

T. 169



فردا

کتابخانه مجلس شورای ملی
تاسیس ۱۳۰۲

۱
۲
۳
۴
۵
۶
۷
۸
۹
۱۰
۱۱
۱۲
۱۳
۱۴
۱۵
۱۶
۱۷
۱۸
۱۹
۲۰
۲۱
۲۲
۲۳
۲۴
۲۵
۲۶
۲۷
۲۸
۲۹
۳۰
۳۱
۳۲
۳۳
۳۴
۳۵
۳۶
۳۷
۳۸
۳۹
۴۰
۴۱
۴۲
۴۳
۴۴
۴۵
۴۶
۴۷
۴۸
۴۹
۵۰
۵۱
۵۲
۵۳
۵۴
۵۵
۵۶
۵۷
۵۸
۵۹
۶۰
۶۱
۶۲
۶۳
۶۴
۶۵
۶۶
۶۷
۶۸
۶۹
۷۰
۷۱
۷۲
۷۳
۷۴
۷۵
۷۶
۷۷
۷۸
۷۹
۸۰
۸۱
۸۲
۸۳
۸۴
۸۵
۸۶
۸۷
۸۸
۸۹
۹۰
۹۱
۹۲
۹۳
۹۴
۹۵
۹۶
۹۷
۹۸
۹۹
۱۰۰

ارکان حرسه بکاشیلرندن

علی رضا

کتاب اسدالدیه شاهانده. تدریس اولیای اوزار
تراب اولمشدر

مکتب وون حریئا سه هانه مطبعه سنده ایکه حی دفعه
اوله رف طبع اولمشدر

سنة ۱۳۰۶ و سنة ۱۳۰۸

فن ماکنه

فصل

مبحث حرکت

حرکاتک انواع مختلفه سی

§ ۱ — معلومات ابتدائیه

۱ — فن ماکنه حرکت واسه باندن بحث ایدن علمدر .
برجسمک ثابت اعتبار اولنان اشیا به نسبتله موضعنی تبدیل
ایتمسی حاله — حرکت — دینلوب اشیا مذکوره بعد
مجردده حقیقت حاله ثابت ایسه لر بونلره قیاساً مشاهده
اولنان حرکت — حرکت مطلقه — ودکل ایسه لر — حرکت
اضافیه — تسمیه اولدور . کره ارض اوزرنده بولنان
اشیا ارضک کندی محوری وشمسک اطرافنده کی حرکت
وشمس وسیارات طاقمک بعد مجردده کی حرکت انتقالیه سته

اشترک ایتدکلرندن ارض اوزرنده مرئی اولان حرکتلر حرکت اضافیه اولورلر .

حرکتی ملاحظه اولنان بر جسمه هان عمومیتله متحرک دینله بیلور . نهایت دره جهده اصغر اولوب فقط جسم خواصنی جامع اولان بر متحرکه «نقطه ماده» دینلور .

۲ — بر نقطه ماده نك حرکتی غیر منقطع اولوب یعنی متحرک بعد مجردده ایکی مختلف وضعنك بر یسندن دیکرینه بوه وضعلری وصل ایدن منحنی و یا مستقیم بر خطك کافه نقطه لرندن کچمکسزین واصل اوله من بو خطه نقطه ماده نك محرکی تسمیه اولنور . بر نقطه نك حرکتی یا مستقیمه و یا منحنیه اوله بیلوب حرکت منحنیه لرندن (ماکنه) لرك مطالعه سنده اکثریتله ملاحظه اولنان حرکت — حرکت مستدیره و یا دوریه — یعنی محرکی محیط دائره اولان حرکتدن عبارتدر . حرکتك تعینی زمانك مساحه سنه توقف ایدر :

۳ — زمانك مساحه سی بر حادثه نك دوامی مدتی اولچمك واحد قیاسی اعتبار اولنان بر مدت ایله مقایسه اتمك دیمکدر . برکونك مدتی واحد قیاسی اعتبار اولنورق ۲۴ ساعته و هر ساعت ۶۰ دقیقه و هر دقیقه ۶۰ ثانیه یه تقسیم اولنمشدرکه بوضورتده بر ساعت ۳۶۰۰ و برکون ۸۶۴۰۰ ثانیه دن عبارت بولنور .

یوم شمسیلر مساوی بولنمدیغندن واحد قیاسی زمان ایچون اعتباری بر یوم وسطی قبول اولنورق عینی وجهله تقسیم اولنمشدر . فن ماکنه ده واحد قیاسی زمان ایچون یوم وسطینك بر ثانیه سی قبول اولنوب مع هذا اطول مدتلی ایچون

کذلك ساعت وکون دخی استعمال اولنه بیلور . لکن بوحالده زمانک مساحه اواندینی واحد قیاسی نی بیان ایتمک اقتضا ایدر . عینی حرکتی تکرار مساعد اولنان کافه آلات اعانه سیله زمانک مساحه سی نمکی اولوب - اعتبار بره منلا؛ آلاندن معدود درلر .

۴ . — بر نقطه ماده نیک اوله حرکتی ثانیاً هر آنده حرکتی اوزر نده کی موضعی معلوم اولور ایسه حرکتی کاملاً معین اولور . متحرک حرکتک رصد اولنسه بدأ اواندینی آنده بولندینی محله «وضع ابتدائی» دینلوب بو آله دخی — مبدأ زمان — تسمیه اولور .

متحرک حرکتی وجهت حرکتی و بوند نبشته هر قنغی بر آنده اشبو حرکت اوزر نده کیف ماتفق انتخاب اولنان بر نقطه ثابت دن اولان بعدی معلوم اولور ایسه آن مذکورده بواندینی موضع معلوم اولور . اشبو بعده — مسافه — و نقطه ثابت به دخی — مبدأ مسافه — تسمیه اولور . بوسورتده متحرک هر قنغی بر موضعی بر طول معلوم ایله افاده اولوب واحد قیاسی دخی متره اعتبار اولور . مبدأ زمان و مسافه صفر ثانیه و صفر متره ایله اشعار اولوب سهولت اولمق ایچون دائماً مسافدر بدئی ایچون متحرک موضع ابتدائی اخذ اولنور که بوحالده صفر ایله اشعار اولنان مسافه صفر ایله اشعار اولان زمانه متناظر بولنمش اولور .

مسافدر و زمانلر ایله افاده اولندقدده اگر نه نک هر بر قیمتی ایچون معلوم اولور ایسه نقطه ماده نیک حرکتی کاملاً معلوم دیمک اولور . بونک ایچون برایکی مقدار ییننده بر مناسبت جبری نهک اعطاسی کافی اولوب بونه مناسبت (معادله حرکت) تسمیه اولور . یکدیگرینه عمود اوله زنی بر نقطه ده تلاقی ایدن ایکی خط اخذ

و مسافه ایله زمانك واحد قیاسیاری اشعار ایتك اوزره برطول معلوم انتخاب اولاندقدن صکره برنجی خط اوزرنده نه زماننی اشعار ایتك اوزره مساوی بعدلر قطع و حاصل اولار نقتلردن اقامه اولان عمودلر اوزرنده ف نك قیم متاظره سیه مساوی بعدلر اخذ و حصوله کلان نقتلر یی وصل اولنورایسه (منحنی مصور حرکت) تسمیه اولان بر منحنی استحصال اوانوب بومنحنی اعانه سیله (معالله حرکت) کی حرکتك كافة احوال و کیفیاتی معلوم اولور .

§ ۲ حرکت متساویه و مرتبه

۵. — تعریف . -- متحرک قطع ایلدیکی مسافه لر بومسافه لر ی قطع ایچون صرف اولان زمانلر ایله تناسب ایسه لر بوحرکته — حرکت متساویه — تسمیه اولور . بومصورتده متحرک موضعی ابتدایسندن اعتباراً قطع اولان مسافه لر ف و بومسافه لر ی قطع ایچون گذران بدن زمان t و t_0 اولسه ف : t : t_0 :

۶. — سرعت . -- حرکت متساویه ده واحد قیاسی زمان ظرفنده قطع اولان مسافه لر بومسافه س ایله اشعار اولاندقه ف : t : t_0 : ۱ : بوسیدن (۱) ۰۰۰۰ ف س t_0 اولورکه بومصورتده متحرک موضعی ابتدایسندن اعتباراً t_0 زمانده قطع ایلدیکی مسافه لر بولق ایچون بوزمانی سرعتله ضرب ایتك اقتضا ایندیکی کوریلور .

(۱) ۰۰۰۰ مسافه سندن اول (۲) ۰۰۰۰ س — ف بوانوب یعنی حرکت متساویه ده سرعتی بولق ایچون متحرک موضعی ابتدایسندن اعتباراً قطع ایلدیکی مسافه یی بومسافه نك قطعی ایچون صرف اولان

ویا برنجار ماکندهسی پیستونک حرکتی و کذا کره ارضک
شمس اطرافنده کی حرکتی — حرکت مرتبه — دن عبارتدر .
ایکی اوابکی حالده سرعت جهتی تبدیل ایدرک عینی دورده
ایکی دفعه صفر اولوب اوچنچی حالده ایسه بعض حدلر
داخلنده تحول ووجهتله یوم شمسیلرک عدم مساواتی
حاصل ایدر .

§ ۳ حرکت متحوله منتظمه

۹ — . حرکت متحوله عمومی . — هر قننی بر حرکت (متساویه)
اولدینی حالده متحوله تسمیه اولنوب بوحالده بر آن معلومدن
اعتباراً قطع اولنان مسافه بومسافینی قطع ایچون صرف
اولنان زمانه تقسیم اولور ایسه آرنق بر خارج قسمت ثابت
استحصال اولنر اشنه متحول اولان بوخارج قسمته ملاحظه
اولنان زمانده متحرک «سرعت وسطیه» سی تسمیه اولور .
مثلاً بر تاتار $\frac{1}{4}$ ساعتده ۳ میر یا متره یعنی ۹۰۰۰ ثانیهده
۳۰۰۰ متره مسافه قطع ایتسه بوزمانده کی سرعت وسطیه سی $\frac{3000}{9000} =$
۳,۳۳۳ متره اولمش اولور . بوسرعت وسطیه دن مذکور
ناتارک بر ثانیهده ۳,۳۳۳ متره قطع ایتدیکی استدلال اولنه من چونکه
هر آنده حرکتک سرعتی دیکشه بیلور .

۱۰ — . هر قننی بر آنده سرعت — سرعت وسطیه نك
مساحه اولدینی زمان اسغر آلدیچه سرعت وسطیه کیتدیچه
برغایه تقریب ایدوب اشبو غایه ملاحظه اولسان آنده متحرک
«سرعتی» دینلور . مثلاً مسافه یی زمانه ربط ایدن قانون
حرکت $v = 1,5t + 0,2t^2$ دستور یله اعطا اولنسه سرعت

وسطه یعنی ف يك و ه ساعه يني قطع ايجون صرف اولان ۵ رمايه
 بستى س ايله اشعار اولدقده ۵ رمايه كيتد كجه تماقص ايدن برطاقم
 فيستلر سويرلر ك حذول آنى تريب اولور .

س	ف	۵
۳,۵۰۰۰ متره	۳۵,۰۰۰۰۰۰ متره	۱ . ثابته
۱,۷۰۰۰	۱,۷۰۰۰۰۰	۱
۱,۵۲۰۰	۰,۱۵۲۰۰۰۰	۰,۱
۱,۵۰۲۰	۰,۰۱۵۲۰۰۰	۰,۰۱
۱,۵۰۰۲	۰,۰۰۱۵۰۰۲	۰,۰۰۱

زماں اصغر فرض اولدقجا ملاحظه اولساں آند اعماراً
 قطع اولساں مسافه ك رمايه بساى اعى سرعت وسطيه
 حس اوليمه حق درجه ۱,۵ سرعت بهر استديكى
 كوزلور بوره اى هاب درجه ۵ اصغر فرض اولمور ايسه
 سرعت وسطيه عماً ۱,۵ مرده حاصل ولور كه بوده
 متحرك ملاحظه اولان اشته آندكى سرعتى داريدر .

۱۱ .-- حركت متحوئه مسطه . -- تعريف -- سرعت
 مساوى ره اوردده مساوى مقدارده تحوّل اندر ايسه بوحرک
 متحوليه -- حرک و حواء و تطه -- ديلور سرعتك ترايد
 ويا تماقص ايتيمى حاله بطراً حرک و تحوئه مسطه -- مترايد
 -- ويا -- مساويه اولور برحرک متحوئه و تطه
 سرعتك واحد قياسي زماں طرفه مقدار ترايديه --
 مقدار تعجيل -- تسميه اولور . اسو مقدار حرک و تحوئه مسطه ده
 ثابت قالور .

بر آن ابتدائیده متحرک سسرعتی ب وقت داری تعجیل δ ایله
اشعار اولور ایسه سرعت هرثانیه δ قدر تراید ایتدیکندن
 δ ثانیه ده δ قدر تراید ایدوب بوصورتده اشبو δ زمانك
نهایتده متحرک سسرعتی س ایله اشعار اولدقده (۱) \dots س
 $=$ ب $+$ δ بولوب اگر جسم سکوندن حرکتیه بدأ
ایتمش ایسه سرعت ابتدائیه صفراولمقله (۲) \dots س $=$ δ اولور .

اگر حرکت — متناقصه منظمه — ایسه سرعت برنایه نهایتده
 δ و δ ثانیه نهایتده δ قدر تناقص ایده جکندن بوصورتده
(۳) \dots س $=$ ب — δ اولمش اوور .

۱۲ — مسافه دستوری . — سرعت ابتدائیه سی ب
ومقدار تعجیلی δ اوله رف حرکت متزاید منظمه ایله حرکت
ایدن بر متحرک بر δ زمانی ظرفیده قطع ایتدیکی مسافه سی
بولق اچون δ زمانی م قدر مساوی فسمه نقیص ایدیلوب اقسام
مذکورهدن هربری $\frac{1}{2} = \delta$ ایله اشعار اولدقده : (۱۱§)
بوجزو زمانك هر برنك ابتداسنده سرعت :

$$س - ب$$

$$س - ب + \delta$$

$$س - ب + ۲\delta$$

$$\dots$$

$$\dots$$

$$\dots$$

$$س = ب + (م) \delta$$

دستور لریله اعطا اولنوب اکربو لا زمانلرینک هر برنده حرکتک سرعتی ثابت قالور فرض اولنور ایسه (§ ۶) حرکت متساویه ایله قطع اولنان مسافه لر :

$$۱ = ۱ \times ۱ = ۱$$

$$۲ = ۲ \times ۱ = ۲$$

$$۳ = ۳ \times ۱ = ۳$$

$$\dots$$

$$۱ = ۱ \times ۱ = ۱$$

اولوب بومعاده لر طرف طرفه جمع و طرف اولنک مجموعی و ایله اشعار اولندقدنه :

$$۱ = ۱ \times ۱ = ۱$$

ایمدی ۱ دن ۲ — ۱ عددینه دکین اعداد طبیعی نك مجموعی

$$\frac{۱(۱-۲)}{۲} \text{ یا خود } \frac{۱-۲}{۲} \text{ اولدیغندن } ۱ = ۱ \times ۱ = ۱$$

ح ۱ اولوب لا یرینه — مساویسی وضع اولنهرق :

$$۱ = ۱ \times ۱ = ۱$$

حرکت متزایدۀ منتظمه نك ترکیب ابتدکی فرض اولنان حرکات متساویۀ متعاقبه نك هر برینک لا زمانلری نقدر اصغر اولور ایسه بو حرکت متساویه لرایله قطع اولنان (۱, ۲, ۳, ...) ف

مسافه لرینک مجموعی اولان و مسافه سی اولقدر حرکت متزایدۀ منتظمه ایله قطع اولنان مسافیه تقرب ایده جه کنندن غایده یعنی

۷ = ۰ ویا = $\frac{2}{3}$ مناسبند انطو لای م نامتناهی فرض اولند یعنی زمان حاصل اولان (۱) ... و = ب + $\frac{1}{4} \text{ ح} + \frac{2}{3}$ دستوری حرکت متزاید منتظمه ایله قطع اولنان و مسافه سنی قطعاً افاده ایدن دستوردن عبارت اولمش اولور .

۱۳ — . تنیه ۱ — . حرکت متناقصه منتظمه حالده عینی وجهله بالسهوله بوجه آتی مسافه دستوری بولنور .

$$(۲) \dots و = ب + \frac{1}{4} \text{ ح} - \frac{2}{3}$$

۲ — . اگر سرعت ابتدائیه صفرایسه ب = ۰ وضع اولند قدده (۳) ... و = $\frac{2}{3} \text{ ح} + \frac{2}{3}$ اولور .

و ک زمانلری ظرفنده قطع اولنان مسافه لر و و ایله اشعار اولند قدده و = $\frac{2}{3} \text{ ح} + \frac{2}{3}$ و و = $\frac{2}{3} \text{ ح} + \frac{2}{3}$ اولوب بورادن $\frac{2}{3} = \frac{2}{3}$ یعنی :

سرعت ابتدائیه سی اولیه رق حرکت متزاید منتظمه ایله حرکت بدأ ایدن متحرک قطع ایتدیکی مسافه لر بومسافه لر متناظر اولان زمانلرک مربعلرله متناسب بولنور .

۳ — و = $\frac{2}{3} \text{ ح} + \frac{2}{3}$ دستورنده و = ۱ فرض اولند قدده و = $\frac{2}{3}$.

۶ = ۲ و اولوب یعنی متحرک سرعت ابتدائیه سی اولیه رق حرکت متزاید منتظمه یه بدأ ایتدیکی حالده مقدار تعجیل برنجی ثانیه ده قطع ایتدیکی مسافه نك ضعیف اولور .

۴ — و = ب + $\frac{1}{4} \text{ ح} + \frac{2}{3}$ دستوری و = ب + $\frac{1}{4} \text{ ح} + \frac{2}{3}$.

شکانه وضع اولنه بیلوب $h + \frac{1}{2} \cdot$ ایسه متحرک $\frac{1}{2}$ زمانک
وسطنده کی سرعتدن عبارت اولدیغندن بوصورتمه بر حرکت
متزایده منتظمه ده بر $\frac{1}{2}$ زمانی طرفنده قطع اولنان ب مسافه سی
 $\frac{1}{2}$ زمانک وسطنده متحرک حائر اوله جنی بر سه عتله و حرکت
متساویه ایله مذکور زمان طرفنده قطع اولنه بیلان مسافیه
مساویدر .

۱۴ - « مسئله » حرکت متزایده منتظمه ایله و مسافه
معلومه سنک قطعند نصکره متحرک حائر اوله جنی سرعتی بولمق .

ف = ب + $\frac{1}{2} \cdot$ دستورنده $\frac{1}{2}$ یرینه (۱۱۵)
(۱) دستورندن استخراج اولنان $\frac{1}{2} = \left(\frac{b}{h} \right)$ مساویسی وضع
اولدقده $\frac{1}{2} = \left(\frac{b}{h} \right) + \left(\frac{1}{2} \cdot \right)$ اولوب بورادن و
 $\frac{1}{2} = \left(\frac{b}{h} + \frac{1}{2} \cdot \right) = \frac{b}{h} \times \frac{1}{2} = \frac{b}{h} \cdot \frac{1}{2} \therefore \frac{1}{2} = \frac{b}{h}$
 $\sqrt{2} + \frac{1}{2} \cdot$ اولوب اگر سرعت ابتدائی صفر ایسه $\frac{1}{2} = \sqrt{2} \cdot$
و اگر حرکت متناقصه منتظمه ایسه $\frac{1}{2} = \sqrt{2} - \frac{1}{2} \cdot$ دستورلری
بولمش اولور .

سقوط اجسام

۱۵ - . خلاده جسملرک سقوطی حرکت متزایده منتظمه
شایان دقت بره شال اولوب بوجه آتی اوچ قانونه تابعدر .
(۱) خلاده کانه جسملر عینی سرعتلر ایله سقوط ایدرلر .
(۲) قطع اولنان مساوئر بونلرک قطعی ایچون کذران ایدن
زمانلرک مریعلریله متناسبدر (۱۳۵)
(۳) (سرعت) سقوط زمانیه متناسبدر (۱۱۵)

برنجی قانون (حکمت طبیعهده) نوتونک بوریسلیه و دیگر ایکی قانون ینسه حکمت طبیعهده « آطووت » ک ماکنهسیله و یاخود (جنزال مورن) ک بوجه آئی آلتیه تحقیق اولنور .

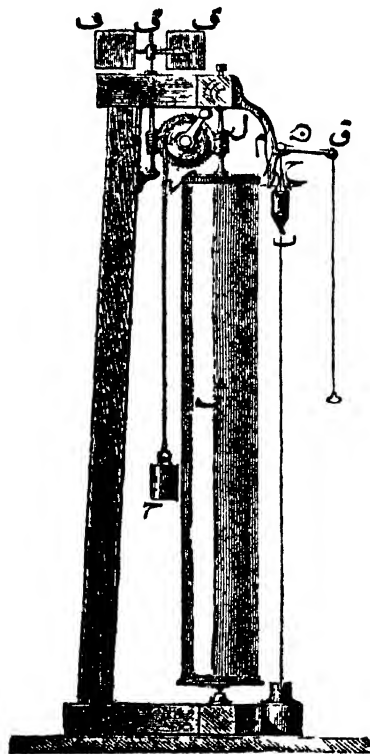
۱۶ — . مورنک آلتی — . اشبو آلت (شکل) ۱

اوزرینه کاغد صارلمش شاقولی بر ب اسطوانه سندن عبارب اولوب بر ح ثقلتی سر دیشلی چرخنی دوران ایتدیره رک بوچرخ دخی بر طرفدن اسطوانه محورینه مربوط ل نهایتسز و یددسی واسطه سیله اسطوانه نك حرکت دورانیه سی حاصل ایدر . دیگر طرفدن دخی مذکور چرخک دیشلری محور شاقولیسى حرکتک تنظیمنه مخصوص و ک ف قنادلرینى حامل اولان ایکنجی بر و نهایتسز و یددسیله تماسده بولنور لر .

معذنی قلاغوز تللری آره سنده شاقولاً سقوطده ایدمبیلان بر ث ثقلته بر یای واسطه سیله اسطوانا اوزرینه استناد ایدن ح قورشون قلمی مربوط اولوب اسطوانه نك حرکتی متساویه اولدینی زمان و ه م مانوله سی اعانه سیله ث ثقلتی براغیلهرق قورشون قلم اسطوانه اوزرینه برمنحنی ترسیم ایدر .

اسطوانه اوزرینه چیزیلان خط اعانه سیله سقوط قانونلرینى تحقیق ایتک ایچون (شکل ۲) کاغد بر ب ح مولدی امتدادنجه کسلیله رک آجیلور . ب ه خطی اوزرنده ازمنه متساوییدی ازان ایتک اوزره بر برینه مساوی ب ح و ح ه و ه طوللری اخذ اولدقدده ب ح زمانی نهایتسده ثقلت ک نقطه سنده بولندیغندن بوزمان طرفنده ب ح طولی قدر سقوط ایتش اولوب (ب ح) مک ضعیفی اولان

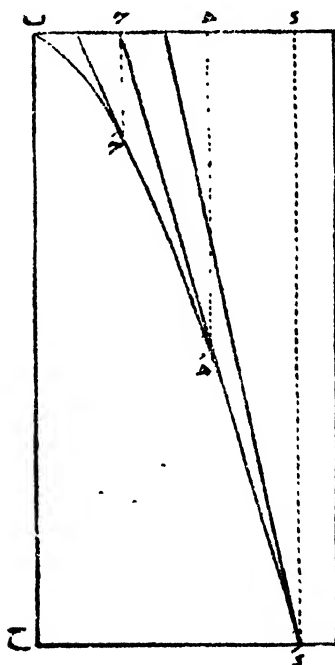
ب ه زمانی نهایتده دخی ه ک قدر سقوط ایتمش بولنور .
 بوعمودلر مساحه اولندقدده ه ک = ۴ ۷ = ۷ ۷ × ۷ ۷ = ۷ ۷ × ۷ ۷ = ۷ ۷ × ۷ ۷
 ه ه = ۷ ۷ × ۷ ۷ بولندینی جهته سکوندن علی حاله ثقلک تأثیرینه
 شکل ۱



ترك اولنان برجسمك قطع ايتديكي مسافله متاظر زمانلرك
 مربعلريله متناسب اولدینی تبیین ایدر .
 اشبو قانون $\frac{h}{b} = \frac{h^2}{b^2} = \frac{h^3}{b^3}$ نسبتلرینی اعطا ایتدیکنندن

قورشون قلمنك ترسيم ايتديكى مذكور منحنى بر (قطع مكافى) اولور .

۱۷ — . ثقلنك مقدار تعجیلی . — مورنك آتيله تقریبی اوله رق جسم سقوطنك برنجی ثانیه سنده ۴۹ متره مسافه
شکل ۲



قطع ايتديكى كوريلوب بوجهته بو حركت مترايدۈ منتظمه نك مقدار تعجیلی (۱۳۹) ۹۰۸ متره اولوركه اشبو مقدار (ثقلنك برنجی حرفی اولان) ث ايله اشعار اولنور .
مقدار مذكوری دها صحیح تعیین ایتك ایچون (رقاص) استعمال اولنوركه استحصال اولان بعض نتایج بوجه آتیدر .

پارس ده . ۵۸ ۸ ۵ عرضنده ث = ۹'۸۰۸۸ متره

اسیچبرغ . ۵۹ ۵ ۷ ث = ۹'۸۲۸۹

خطا سطوا ۵ ث — ۹'۷۸۰۶

بونتایجه نظر آ ث مقدارینک قطبدن خطا ستوا به طوغری تناقص
ایتدیکی کوریلور .

۱۸ — . خلاده اجسامک سقوطنه عائد دستورلر —

(۱) سرعت ابتدائیلری اولمیدرق سقوط ایدن جسملر .

ه زمانیه نهایتده قطع اولنان مسافه (§ ۱۳) ۲ = ح ث = ۲

ه زمانی نهایتده سرعت (§ ۱۱) س = ث ه

جسم ح ارتفاعدن سقوط ایتدیکی زمان سرعتی

(§ ۱۴) س = ۲ ح

(۲) سرعت ابتدائیلری اوله رق سقوط ایدن جسملر .

ه زمانی نهایتده قطع اولنان مسافه (§ ۱۲) ح = ۲ + ث ۲

ه زمانی نهایتده سرعتی (§ ۱۱) س = ۲ + ث ه

جسم ح ارتفاعدن سقوط ایتدیکی زمان سرعتی

(§ ۱۴) س = ۲ + ۲ ح ۲ بر ب سرعتی

ابتدائیسيله شاقولا اشاغیدن یوقارویه رمی اولنان جسملر .

ه زمانی نهایتده قطع اولنان مسافه

(§ ۱۳) ح = ۲ + ث ۲

ه زمانی صکره سرعت (§ ۱۱) س = ۲ + ث ه

جسم ح ارتفاعنه واصل اولدینی زمان سرعتی

(۱۴) س = ۲ + ۲ ح ۲ اولور .

تیه — . س = ب — ث ۵ دستورینه نظراً سرعت
 مثبت اولدجه جسم صعود ایدوب بوده سرعت صفر اولنجهیه
 دکن دوام ایدر س = . اولدقه دستورن ب = ث ۵
 ویا ۵ = $\frac{ب}{ث}$ استنتاج اولنوب بوصورته مدت صعود $\frac{ب}{ث}$ دن
 عبارت اولور . بوقیمت ح = ب ۵ $\frac{ث}{ب}$ دستورنده محله
 وضع اولدقه ارتفاع اعظمی ایچون ح = $\frac{ب}{ث} - \frac{ب}{ث}$
 $\frac{ب}{ث} = \frac{ب}{ث}$ بولنوب بوتقدیرجه : اشاغیدن یوقارویه ب سرعت
 ابتدائیه سیله رمی اولنان جسم $\frac{ب}{ث}$ قدر برمسافیه ترفع
 ایده بیلور .

§ ۴ بر جسم صلب حرکتی

۱۹ — • اجسام صلبه پینلرنده کی مسافه لره ثابت کی نظر
 اولنه بیلان نقاط ماده دن ترکیب ایدن هیئدر . بر جسم صلب
 مختلف حرکتلر اخذ ایده بیلور ایسه ده بولردن ماکنه لرك
 مطالعه سنده باشلیجه . ملاحظه اولنه جق بوجه آتی ایکی حرکتدر .
 بر جسم کافه نقطه لری مساوی سرعتلر ایله موازی
 خط مستقیملر ترسیم ایتدکلری حالده بو حرکت « حرکت انتقالیه
 مستقیمه » دینلور . پیستونک سیلندر داخلنده کی
 حرکتله براغونک رایلرک مستقیم بر قسمی اوزونده کی
 حرکتی کی .

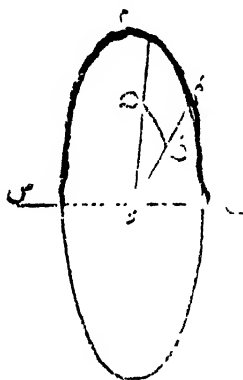
اڪر نقاط متعدده نڪ سرعت مشترڪه لری ثابت ایسه
حرکت انتقالیه متساویه اولوب (۶§) $v = s$ س ه
دستوری اعطا اولان مسائلک حلنه کافی اولور ،
اگر نقاط مختلفه نڪ سرعت مشترڪه لری زمان ایله متناسباً
تحوّل ایدرایسه حرکت انتقالیه متحوّله منتظمه اولورکه
دو بمکسزین سقوط ایدن بر جسمک خلاده حرکتی کبی .
بوکامتعلق مسائل دخی (۱۱§) ومتعاقب ماده لرده کی دستورله
تطبیقاً حل اولنور .

بر محور اطرافده حرکت دورانیه - .

۲۰ - . بر جسم صلبک کافئه نقاطی سطحلری بر محور
عمود محیط دائره لر اوزرنده حرکت وعینی زمانده مشابّه قوسلر
ترسیم ایدرلر ایسه جسمک بو حرکتیه اشبو محور اطرافده
(حرکت دورانیه) تسمیه اولنور . علی العموم ماکنه چرخلرینک
حرکتی کبی .

متشابه قوسلر نصف قطرلریله متناسب یعنی

(شکل ۳)



$$\frac{m}{s} = \frac{m}{s} \text{ اولدیغندن عینی زمانده محور دوراندن}$$

سر، سر، سر، سر . . . قدر بعید نقاط متعدد، نك قطع ایتدکری
مسافله، ف، ف، ف، ف، ف . . . ایله اشعار اولندقدہ :

$$\frac{f}{s} = \frac{f}{s} = \frac{f}{s} = \frac{f}{s} \text{ اولمش اولور .}$$

۲۱ — . زاویه سرعتی . محور دوراندن واحد قدر بعید
بر نقطه نك سرعتی — زاویه سرعتی — ویا خود (سرعت دورانیه)
دینلور اشبو سرعت علی العاده (ه) ایله اشعار اولنور .
« حرکت دورانیه ایله متحرک جسمک نقطه لرندن هر برینک
سرعتی زاویه سرعتک بونقطه نك محور دورانه اولان بعدیله
حاصل ضربنه مساویدر » فی الحقیقه : عینی زمانده قطع اولنان
مسافله لر محور دورانه اولان بعدلر نسبتده بولندیغندن محوردن
سر قدر بعید بر نقطه ایچون $\frac{s}{h} = \frac{s}{h} \therefore s = h \times s$
اولور (ه) مقداری ثابت ویا متحول اولدیغنه کوره حرکت
دورانیه متساویه ویا متحول اولور .

۲۲ — . بر حرکت دورانیه متساویه نك سرعتی اکثریتده
جسمک بر زمان معینده عدد دوریله اعطا اولمش بولنور .

بو حالده — زاویه سرعتی — بولق ایچون جسمک مثلا بر دقیقه ده
عدد دوری م ایله اشعار اولندقدہ محوردن واحد قدر بعید
بر نقطه ۶۰ ثانیه ده $m \times 2\pi$ قدر بر مسافه قطع ایدوب
بوصورنده زاویه سرعتی $h = \frac{2\pi}{T} \times m = \frac{2\pi}{T} \times m$ اولمش اولور .

مثال — . شمس اطرافنده کی حرکتدن صرف نظره کره ارضک

يالكز محوری اطرافده حرکت دورانیہ متساویہ سنک سرعت دورانیہ یعنی زاویہ سرعتی - نصف قطر ارض r ایله اشعار اولندقدہ $2\pi r$ خط استواسی اوزرنده بر نقطه نك ۲۴ ساعت $= ۸۶۴۰۰$ نایه ده قطع ایتدیکی مسافه اولوب بوجهته بر نقطه نك s سرعتی $s = \frac{2\pi r}{۸۶۴۰۰}$ اولغله

$$h = \frac{s}{\sqrt{2\pi r}} = \frac{۸۶۴۰۰}{\sqrt{2\pi r}} = \frac{s}{\sqrt{2\pi r}} = ۳۱۴۱۵۹۲۶ \text{ قیمتی وضع اولندقدہ } h = ۰.۰۰۰۷۲۷۲۲ \text{ اولور.}$$

حرکاتک ترکیبی

۲۳ - بر متحرك بعد مجرده يالكز بر حرکت اخذ ایدہ بیلور لکن بو حرکتی مطالعه ایتک ایچون متحد الوقت برطاقم حرکتدن حاصل اولش کی ملاحظه اولنور. مثلا بر نهرده سیر و حرکت ایدن کینک کوکرتہ سی اوزرنده بر بیلا یوارلندی زمان کوکرتہ اوزرنده بیلانک مواضع متعاقبه سی کمی به نسبتله بیلانک حرکت اضافیه سی اعطا ایدوب لکن بیلا (حرکت جریه) دنیلان کینک حرکتہ دخی اشتراك ایتدیکندن نهر کنسارنده بولتان بر راصد ایچون بشقه بر حرکت ارائه ایدر، بیلانک بو حرکت حقیقه یعنی مطلقه سی بوسورتهده متحد الوقت ایکی حرکتدن حاصل اولش کی ملاحظه اولنور. «حرکت مرکبه لر» تسمیه اولنان اشبو حرکتلرک معلوم اولمسیله متحركک - حرکت مطلقه - سی تعیین اولنه بیلور

حرکات مرکبه نك ايکيدن زياده فرضيده نمکندر مثلاً نه رکړه اړضک حرکت يوميه و سنويه سنه اشتراك ايدوب بونلر دخی « حرکت مرکبه » لردن عداولنه بيلور

حرکاتی ترکیب ايتک بوحرکات ايله متحدالوقت متحرک اولان جسمک حرکت حقيقه سنی تعين ايتک اولوب حرکات مطلقه دائماً حرکات مرکبه دن استنتاج اولنور اشته بعض بسيط حرکتلرک ترکیبی بوجه آتی بیان اولنور حرکتلرک ترکیبده (۱) متحرک حرکتی (۲) هر آنده حائر اوله جفی سرعتی تعين ايتک اقتضا ايدر .

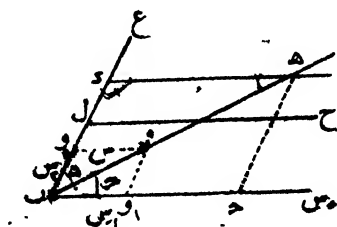
§ ۱ حرکات متساويه

متحدالوقت ايکی حرکت متساويه مستقیمه نك ترکیبی .

سرعتلرک متوازی الاضلاعی

۲۴ — • دعوی . متحدالوقت ايکی حرکت متساويه ومستقیمه بر حرکت متساويه ومستقیمه ترکیب اولنه بيلوب « حرکت حاصله » نك سرعتی حرکت مرکبه لرك سرعتلری اشعارايدن خطلر اوزرینه رسم اولنان متوازی الاضلاعک قطريدنر . (شکل ۴) ب نقطه متحرکه سی متساویاً ب س خط مستقیمی

(شکل ۴)



قطع ایلدیکی ائشاده بوخط دخی بر حرکت انتقالیه متساویه ایله
یعنی وضعیت اصلیه سینه موازی قاله رق حرکت ایتسه ۵ زمانی
نهایتده ب نقطه سی خط مذکور اوزرنده ۴ نقطه سینه واصل
اولدینی فرض اولندقد ب خطك ب نهایتی ب ع خطی اوزرنده
عینی زمانده بر ب ۵ مسافه سی قطع ایده جکندن متحرک ۵
زمانی نهایتده ۵ ه ب ح اولقی اوزره بر ه نقطه سینه بولنش
اولور. بوحالده :

اولا : متحرک ب دن ه یه واصل اولقی ایچون ب ه قطری
تعقیب ایدر فی الحقیقه هر قنی بر ۵ زمانی نهایتده متحرک
موضعی بولهلم : اگر ب ح خطی بوآنده مثلاً بر ل ح وضعیتی
اخذ ایتش ایه « حرکت » متساویه اولدیغندن $\frac{ب}{ل} = \frac{ع}{م}$ اولوب
بو ۵ زمانی ائشاده ب نقطه سی ب ح خطی اوزرنده $\frac{ع}{ل} = \frac{ع}{م}$
مساواتی حاصل ایده جک بر ع بعدینی قطع ایدر .

بوصورنده $\frac{ع}{ل} = \frac{ب}{م}$ اولوب لکن ل ب م و د ب ه

مثلثینک مشابهندن و د ه = ب ح مساواتندن $\frac{ب}{ل} = \frac{م}{ل}$
اولغله بوسبیدن ع = ل م اولوب ب نقطه سی دخی دائماً ب ح
قطری اوزرنده قالور .

ثانیاً : متحرک حرکت متساویه ایله حرکت ایدر . زیرا

$\frac{ب}{ل} = \frac{م}{ل} = \frac{ع}{م}$ مساواتندن متحرک ب ه اوزرنده قطع

ایتدیکی ب م و ب ه مسافه لری بونلری قطع ایچون صرف
اولنان ۵ و ۵ زمانلری نسبتده اولدینی اکلاشدیغندن (۵۵)
حرکت - متساویه - اولور .

ثالثاً : متحرک سرعتی حرکت مرکب لړک سرعت لری اوزرینه
رسم اولان متوازی الاضلاع قطریدر .

اگر ب و پ حرکت مرکب لړک سرعت لری اشعار ایدر
ایسه (ب و) دخی حرکت حاصله نك سرعتی اشعار ایدر.

چونكه (ب و) واحد قیاسی زمان ظرفنده قطع اولان مسافه در.

۲۵ - و پ = ب و = پ اولوب ب و مثلثنده و پ ب

زاویه سنك پ و زاویه سنك متممی اولدیغه و بوجهله حب و پ ب

= حب (ح + ه) = حب ب و حب و پ ب = - حب ب

بولدیغه دقت اوله رق سرعت حاصله ایله سرعت مرکب لړ پیننده

بروجه آتی مناسبات استنتاج اولور .

$$س = س + س + ۲ س = حب ب . . . (۱)$$

$$(۲) \quad \frac{س}{حب ه} = \frac{س}{حب ح} = \frac{س}{حب (ح + ه)}$$

اگر سرعت مرکب لړ یکدیگرینه عمود ایسه لړ ه = ۹۰ - ح

و ب = ۹۰ اولغله ۱ ، ۲ دستور لری آتیده کی شکل لری
اخذ ایدر لړ .

$$(۳) \quad س = س + س + \frac{س}{حب ح} = \frac{س}{حب ح} \dots$$

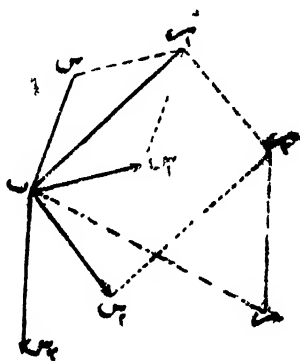
نتیجه - . اگر سرعت لری استقامته متوجه ایسه لړ سرعت

حاصله بر طرفه متوجه اولان سرعت لری ایله دیگر طرفه متوجه

اولان سرعت پیننده کی تفاضله مساوی دیر .

۲۶ - (شکل ۵) ایکدن زیادہ ب س ، ب س ، ب س ... سرعتلارنی ترکیب ایتمک ایچون سرعتلارک ذوکیتر الاضلاعنی ترسیم ایتمک بغی اولای ایتی س و س سرعتلار اوزرینه برمتوازی الاضلاع ترسمیله حاصله سی تعیین اولندقدنضکره بوحاصله ایله اوچنچی ب س سرعتی ترکیب بولنان ایکنچی ب س حاصله سیله اوچنچی ب س سرعتی وهکذا ترکیب اولنهرق ب س حاصله

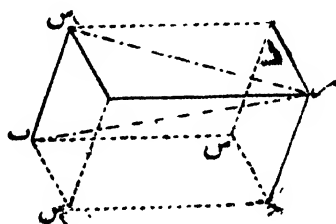
(شکل ۵)



مطلوبه سی تعیین اولور . بوده رنجی سرعتك س نهایتدن
ایکنجی سرعت موازی و مساوی س ، خطی ترسیم و ، نهایتدن
اوچنجی سرعت موازی و مساوی ، خطی رسم و ، نهایتدن
دردنجی سرعت موازی و مساوی ، خطك و بوجه ترسیمه
• سرعت حاصله ، لك نهایتی بولق دایمكدر •

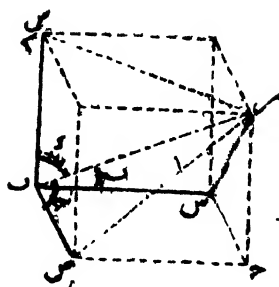
اگر سرعت مرکب‌ها بر مستویده ایسه‌ها بو ذو کثیر الاضلاع
مستوی و عکسی حالنده یساری اولور .

۲۷ - . دعوی . - سرعت مرکب‌ها نك عددی اوج اولوب
بر مستویده بولناملری حالنده سرعت حاصله بو خط‌ها اوزرینه
رسم اولتان متوازی السطوح قطریدر . سرعت مرکب‌ها
(شکل ۶) ب س ، ب پ س ، ب پ س اولسه س و پ نك
(شکل ۶)



حاصله‌سی ب ح اولوب بوسرعت ایله پ س سرعتی ترکیب
اولندقدہ اوج سرعت معلومه نك حاصله‌لری اولان ب ح بولنور .
ایمدی ب س ، ب پ س ، ب پ س خط‌های اوزرینه
بر متوازی السطوح رسم اولنور ایسه بو متوازی السطوح
قطری یه ب ح خطندن عبارت اولوب مطلوب ثابت اولور .
اوج سرعت مرکب (شکل ۷) یکدیگرینه عمود بولنسه
ب ح و ب س ح مثلثی قائم الزاویه اولدقلرندن
 $\overline{ب س ح} = \overline{ب ح} + \overline{ب س} = \overline{ب س ح}$ اولوب لکن $\overline{ب ح} = \overline{ب س} + \overline{ب س ح}$
اولدیفندن $\overline{ب س ح} = \overline{ب س} + \overline{ب س} + \overline{ب س ح}$ (۱) اولش اولور .
بوندنبنقه ح حاصله‌سنگ س ، پ س ، پ س سرعت مرکب‌هایله
احداث ایلدیکی زاویه‌لر ب ، ح ، د ایله اشعار اولنور ایسه

مرس و مرس ب، مرس ب مثلث قائم الزاویه لرندن بالسهوله
مناسبات آتیه بولنور. (شکل ۷)

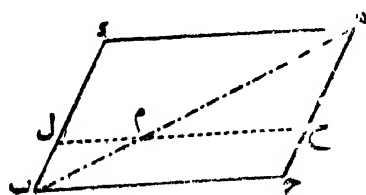


(۲) ... س = مرس ب، س = مرس ح، س = مرس د

§ ۲ حرکت متحولۀ منتظمه

۲۸ — ذعوی . متحد الوقت و سرعت ابتدائیه سز ایکی
حرکت مستقیمه و متحولۀ منتظمه بر حرکت مستقیمه و متحولۀ
منتظمه یه ترکیب اوله بیلوب، حرکت حاصله نك مقدار تعجیلی
حرکت مرکبه لرك مقدار تعجیلری اوزرینه رسم اولنان
متوازی الاضلاعك قطریدر .

(شکل ۸) ب نقطه سی سرعت ابتدائیه سز ب ح خطی اوزرنده
(شکل ۸)



حرکت متزایدہ منتظمہ ایله حرکت و بر ۵ زمانی نہایتندہ
 ۶ نقطہ سنہ واصل اولدینی اثناسده خط مذکور دخی وضعیت
 اصلیه سنہ موازاتاً عین حرکتله زمان مذکور نہایتندہ ۵
 وضعیتی اخذ ایتسه ب نقطه سی ۵ = ب ۶ اولی اوزره
 ۶ نقطه سنہ واصل اولور بوحالده :

اولا : متحرك ب دن ۶ یه وصول ایچون ب ۶ قطری
 تعقیب ایدر .

فی الحقیقه ب ۶ خطنک بر ۵ زمانی نہایتندہ اخذ ایدہ جکی
 وضعیت لح اولسه (§ ۲۱ ۶) $\frac{۵}{۶} = \frac{۵}{۶}$ اولور . بو ۵

زمانی اثناسنده ب نقطه سی اشبو خط اوزندہ $\frac{۵}{۶} = \frac{۵}{۶}$

مساواتیله اعطا اولنان بر ع مسافه سی قطع ایتکله بوضورتده
 $\frac{۵}{۶} = \frac{۵}{۶} = \frac{۵}{۶}$ اولوب لکن $\frac{۵}{۶}$ یا خود $\frac{۵}{۶} = \frac{۵}{۶}$ اولدیغندن
 ع = ل م اوله رق ب نقطه سی دائماً ب ۶ قطری اوززندہ
 بولنش اولور .

ثانیاً : متحرك بوقطر اوززندہ حرکت متحولہ منتظمہ ایله حرکت
 ایدر . فی الحقیقه :

$\frac{۵}{۶} = \frac{۵}{۶} = \frac{۵}{۶}$ نسبتی ب نقطه سنک بر حرکت متزایدہ

منتظمہ ایله حرکت ایتدیکنی افاده ایدر .

ثالثاً : متحرك مقدار تعجیلی حرکت مرکبه لرك مقدار تعجیلری
 اوزرینه مرسوم متوازی الاضلاع قطریدر .

زیرا : ۵ واحد قیاسی زمانی اشعار ایتسه ب ۶ ، ب ۵ ، ب ۶

(§ ۱۳ م) حرکت مرکبه لر و حرکت حاصله نك نصف مقدار تعجیلرندن عبارتدر .

حرکت مرکبه لرك مقدار تعجیللری κ و μ اولسه حرکت حاصله نك ρ مقدار تعجیلی دستور آتی ایله اعطا اولنمش بولنور

$$\rho^2 = \kappa^2 + \mu^2 + 2\kappa\mu\cos\theta$$

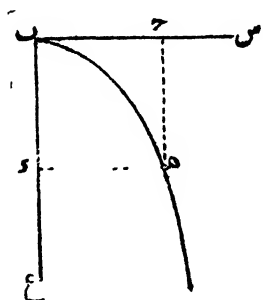
§ ۳ حرکت متساویه و حرکت متحولۀ منتظمه

ص

مریاتك حرکتی

۲۹ — . افقاً انداخت اولنان مرمی . حرکتی ρ س

خط افقیسی استقامتجه و ρ سرعتیله بر حرکت متساویه و برده مقدار تعجیلی ρ ع شاقولی استقامتجه بر حرکت متزایدۀ منتظمه نك حاصله سی ملاحظه اولنان بر نقطه (شکل ۹) ρ اولسه ρ زمانی نهایتده متحرك ضلعاری (۱) $\rho = 0.00$ (شکل ۹)



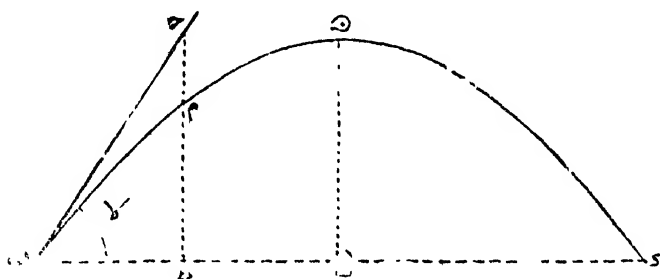
$\rho = 0.0000$ (۲) $\frac{\rho}{r} =$ اولان مستطیلک ρ و ρ رأسنده بولنوب (۱) معادله سندن $\frac{\rho}{r} =$ قیمتی (۲)

معادله سنده محله وضع اولند قده ب $s = \frac{v}{2} \frac{v}{u} \therefore \frac{v}{u} = \frac{2s}{v}$

$$= \frac{v}{u} \text{ اولور.}$$

$\frac{v}{u}$ ثابت اولدیغدن ب نقطه سنک رسم ایندیکی محرک ترتیلری
فصله لرینک مربعیله متناسب اولوب بوجهتله محرک مذکور
(هندسه ده بیان اولندیغی وجهله) راسی ب و محوری ب ع
اولان بر قطع مکافی اولور .

۳۰ — هر قنی بر زاویه ایله انداخت اولنان مرمری -
(شکل ۱۰) بر ح ه زاویه سیله انداخت اولنان بر مرمری
(شکل ۱۰)



بری ب ح خطی امتدادنجه ب سرعتیله متساویه ودیکری
ثقلند نطولایی یوقارودن اشاغییه متوجه ومقدار تعجیلی ث دن
عبارت متزایدۀ منتظمه اوله رق انکی حرکتله متحرکدر .

ایمدی متحرک یالکز ب سرعتی حائز اولسه ه زمانی نهایتده
بوخط اوزرنده ب = ح ه مسافه سنی قطع ایدوب لکن

بوزمان اثناسنده ثقلت مرمری نی (§ ۱۸) ح م = $\frac{v}{u}$ قدر

سقوط ایتدیره جکندن متحرک م نقطه سنده بولنور . ب ه =
 س و ه م = ع بعدلری معلوم اولسه هر آنده متحرک
 موضعی بولنه بیلوب و ه م = ح ه - ه م اولدیغندن
 بوصورته :

ث^ه
 (۱) س = ب ه محس لا و (۲) ع = ب ه حس لا - $\frac{\text{ث}^{\text{ه}}}{۴}$
 اولمش اولور ۱ و ۲ معادله لری یینده ه اقا اولور ایسه
 ع = س مماس ب - $\frac{\text{ث}^{\text{س}}}{۲ \text{ محس لا}}$ اولور که بوده قطع مکافی
 معادله سندن عبارتدر .

۳۱ + . سعه رمی . - د نقطه سی نقطه عزیمتدن مرور
 ایدن خط افقی یه مرینک مواصلت ایتدیکی نقطه اولسه ب و
 مسافه سنه سعه رمی دینلور . بونقطه ده ترتیبی صفر اولدیغندن
 (۲) دستورنده ع . وضع اولندقدده ب ه حس لا -
 $\frac{\text{ث}^{\text{ه}}}{۴} = ۰ :: ۰ = (ب \text{ حس لا} - \frac{\text{ث}^{\text{ه}}}{۴}) = ۰$ اولوب بومعادله اول
 امرده ه = ۰ ایچون تحقیق اولسوب بو آنده متحرک ب
 نقطه سنده بولنه رق ترتیبی صفر اولور .

د نقطه سنه عا ئد اوله رق ب حس لا = $\frac{\text{ث}^{\text{ه}}}{۴}$ ایچون دخی صفر
 اولوب بورادن استنتاج اولنان ه = $\frac{۲ \text{ حس لا}}{\text{ن}}$ (۳)
 قیمتی (۱) ده محله وضع اولندقدده

س = ب $\frac{۲ \text{ حس لا}}{\text{ن}}$ محس لا = $\frac{\text{ب حس لا}}{\text{ن}}$ (۴)
 سعه رمیدن عبارت اولمش اولور .

اعظمی سعه رمی - عینی بر ب سرعتیله فقط مختلف زاویه لر ایله مرعی انداخت اولندیفی حالده سعه رمی حسب ۲ ۷ مضروبيله تحول ایدوب بومضروب حسب ۲ ۷ = ۱ و ۲ ۷ = ۹۰° و ۷ = ۹۰° ایچون اعظمی اولدیغندن ۹۰° زاویه ایله انداخت اولنان مرمینک سعه رمبی اڭ بیوک اولور .

بوحالده (۴) دستورندن سعه رمی $\frac{۲}{۳}$ بولنورکه بر ب سرعتیله آتیلان بر جسمک افقاً واصل اوله بیله جکی اڭ بیوک مسافه بوندن عبارتدر . - اگر جسم ینه بوسرعتله شاقولاً یو قارویه طوغری رمی اولنسه (§ ۱۸) $\frac{۲}{۳}$ مسافه سنه ترفع ایده بیله جکندن بوسورتده مرعی عینی سرعت ایله رمی اولنق اوزره شاقولاً ترفع ایده بیله جکی مسافه سعه اعظمینک نصفی قدر اولمش اولور .

۳۲ -- غایت ارتفاع - (ع) نک اڭ بیوک قیمتته غایت ارتفاع دینلوب بونی استحصال ایتمک ایچوب (۲) معادله سی نه نظر آ حل اولندقدده (۵) =

ب حسب ۷ + $\frac{۲}{۳}$ حسب ۷ - ۲ ع ث حاصل اولوب بورادن مثبت

اوله رق ع نک اڭ بیوک حائز اوله بیله جکی قیمت (جبرده کورلدیکی اوزره ۲ $\frac{۲}{۳}$ حسب ۷ - ۲ ع = ۰ مناسبتی حاصل ایدن ع نک قیمتی اولمغله بوسورتده (۶) ۰ ۰ ۰ ع = $\frac{۲}{۳}$ حسب ۷ مناسبتی حاصل اولورکه متحرک بوارتفاعه (۷)

۵۰۰۰ = $\frac{b \text{ حسب } \lambda}{\text{ث}}$ زمانند نضکره واصل اولور .

(۷) دستوری (۳) دستوريله مقایسه اولند قدده اڭ بیوک ارتفاعك ب و بعدینك ل منتصف نقطه سنه عائد اولدینی و بوضورتده متحرکك سقوط ایچون دخی صعود زمانی قدر زمان صرف ایتدیکی کوریلور .

ارتفاع اعظمی — ۰ (۶) دستورنده $\lambda = ۹۰^\circ$ فرض اولنور

ایسه ع یاخود $ح = \frac{b}{\text{ث}}$ اولور که ب سرعتیله شاقولاً رمی

اولنان بر جسمك صعود ایده بیله جکی ارتفاعدن عبارتدر .

تنبيه — ۰ ب = ۵۰° فرض اولنور ایسه $ح = \frac{b}{\text{ث}}$ $\therefore \frac{b}{\text{ث}} = ۵۰^\circ$

اولوب بوضورتده ب = ۵۰° حالنده سعه رمی (§ ۳۱) کندی

سهمك یعنی غایت ارتفاعك درت مثلی اولمش اولور .

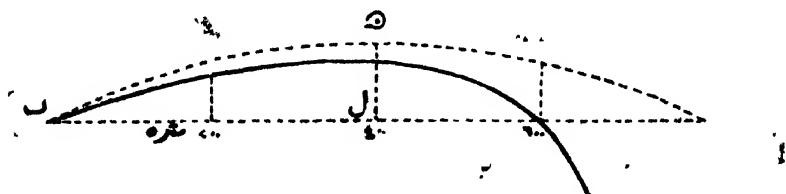
۳۳ — . مرمیاتك هوا دروننده حرکتلی . مقاومت

هوا نتایج سابقه یی بر مقدار تعدیل ابدوب محرکك شکلی تبدیل

وسعه رمی ایله غایت ارتفاعی تنقیص ایدر .

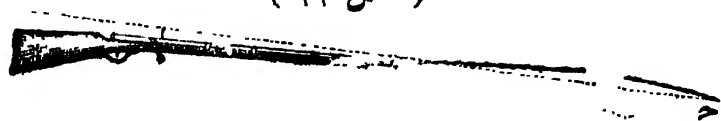
اشبو اختلاف (شکل ۱۱) ده مشاهده اولنه بیلوب شکل مذکوردر .

(شکل ۱۱)



حرکتی ارائه ایدر .

(شکل ۱۲) مرینک بر ح هدف معلومه انداختی ایچون
(شکل ۱۲)



برزاویه معینه ایله انداختک اجراسی مقتضی اولوب بوده
(نشانگاه) واسطه سیله ممکن اولور .

§ ۴ حرکات ظاهریه

۳۴ — • تعریف . بر نقطه نك دیگر بر نقطه متحرکه یه نسبتله
حرکت ظاهریه سی ایکنجی نقطه یه موضوع برر اصدا ایچون
برنجی نقطه نك مشاهده اولنان حرکتندن عبارتدر .
(حرکت ظاهریه) حرکت اضافیه دیمک اولوب بونک تعیینی
ایچون بروجه آتی (غایله) نك — اساسی — نظر اعتباره
آلنور .

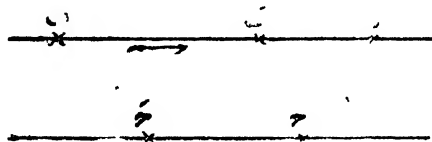
(نقاط متعدده نك یکدیگریه نسبتله حرکات اضافیه سی بونقطه لردن
ترکیب ایدن هیئته هر قننی بر حرکت انتقالیه اعطا اولنور ایسه
تغیر ایتمز) بواساس کنندی نتایجیه تحقق ایدوب (فن ماکنه) نك
متعارفه سندن معدوددر .

ب و ح حرکتده بولنان ایکی نقطه اولسه (ح) مه نسبتله ب نك
حرکت ظاهریه سنی استحصال اتمک ایچون هیئته ح نقطه سنک
حرکتده مساوی ومخالف بر حرکت انتقالیه اعطا ایدر ایسک

ح نقطه‌سی سکوه داخل اولوب ب نقطه‌سی ایسه‌کندی حرکتی و برده حرکت انتقالیه ایله متحرک اولور که بوندرك حاصله‌سی (حرکت ظاهریه مطلوبه) دن عبارتدر .

راصدك بولندیغی نقطه‌نك حرکتنه (حرکت جریه) دینلور .
بو اصول اعانه‌سیله نقطه‌لر حرکت متساویه ایله متحرک فرض اولنه‌رق بعض بسیط (حرکات اضافیه) بوجه آتی تعیین اولنور .

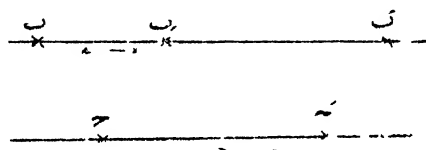
۳۵ — • موازی خطرلر اوزرنده حرکت ایدن ایکی نقطه‌نك حرکت اضافیه‌سی • — (۱) ° جهت حرکتلر بربرینك عینی فرض اولنه‌رق (شکل ۱۳) ب نقطه‌سی بر ۵ زمانی ظرفنده (شکل ۱۳)



حرکت متساویه ایله ب ب مسافه‌سی قطع ایلدیکی ائشاده ح نقطه‌سی دخی عین زمانده موازی برخط اوزرنده ح ح مسافه‌سی قطع ایتسه : ب نقطه‌سنك ح نقطه‌سنه نسبتله ۲ حرکت جریه‌سنه مساوی ومخالف برحرکت مشترکه ایله بونقطه سکونه ارجاع اولنور ملاحظه اولنان زمان نهایتنده کندی حرکتی سببیه ب نقطه‌سی ب نقطه‌سنه واصل اولوب لکن حرکت انتقالیه دنطولای ب پ = ح ح اوله‌حق وجهله ب نقطه‌سنه انتقال و پ مسافه‌سی قطع ایدر . اگر ملاحظه اولنان زمان برثایه ایسه ب پ حرکت اضافیه‌نك سرعتی

اولوب بوضورتده حرکت اضافیه نك سرعتی س و (ب . ح) نقطه لرینك، سرعتی (س و س) ایله اشعار اولندقدده . . . س = س - س یعنی : جهتلری بر اولان حرکتلر ایچون سرعت اضافیه « سرعت مطلقه » لر یینسندده کی تفاضدن عبارت اولور .

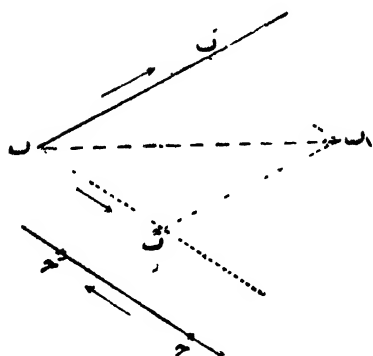
(۲) جهت حرکتلر بر برینك عینی اولمدینی حالده ب نقطه سی (شکل ۱۴) کندی حرکتیله ب ب بعدینی واعطا اولنان (شکل ۱۴)



حرکت انتقالیه مشترکه دنطولای ب ب = ح ح بعدینی قطع ایدوب بوسبيله س = س + س یعنی سرعت اضافیه سرعت مطلقه لر مجموعنه مساوی اولور . عکسی جهته حرکت ایدن ایکی یولجی ترننده واقع اولدینی کبی .

۳۶ - . کیف ما اتفاق خطلر اوزرنده حرکت ایدن ایکی نقطه نك یکدیگرینه نسبتله حرکت اضافیه سی - . (شکی ۱۵) . ب ب و ح ح (ب و ح) نقطه لرینك حرکت مطلقه لرینك سرعتلری ایسه هیئت ح نقطه سی سکونه ارجاع ایده جك بر حرکت مشترکه اعطا اولندقدده : ب نقطه سی برای کندی ب ب سرعتی و دیگری ب ب سرعت انتقالیه سنندن عبارت ایکی سرعتله متحرک اولوب بونلر ترکیب اولنهرق (حرکت

ظاهريه (نك ب ب سرعتى استحصال اولور بوصورتنده
(شكل ۱۵)



اعدادى
محرکات

نقطه سنه موضوع بولان راصد ب نقطه سنك ب ب قطري
اوررنده و بوقطرك طولله اشعار اولنان برسرعتله متحرک
اولديغنى مشاهده ايدر .

اشته بوجهله حرکات ظاهريه نك تعينى حرکاتك تركيندن
عبارت بر مسئله ارجاع اولمش اولور .

تحويل حرکات

محرکات

۳۷ — • باشليجه حرکاتلر بوجه آتى درت صنفه منقسمدر .

(۱) ° مستقيمه متصله

(۲) ° » منفصله

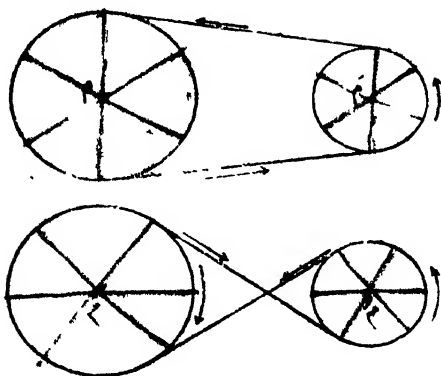
(۳) ° مستديره متصله

(۴) ° » منفصله

بو حرکتلردن هربری کندی نوغندن ویاخود آخر نوعدن
برحرکتہ تحویل اولنه بیلوب بوجهته ۱۶ درلو (تحویل حرکت)
حاصل اولورکه بهری نتایج مطلوبه یه **کوره** وسائط
مختلفه ایله تحصیل اوانوب الگ مهم اولنلرندن بعضیلری بوجه
آتی ذکر و بیان اولنور.

§ ۱ قایش وقاصناقلر

۳۸ -- . قاصناق وقایشلر بر حرکت مستدیره متصله یی دیگر
برحرکت مستدیره متصله یه تحویل ایدوب حرکت مستدیره لری
استحصال اولنه حق محورلرک بربرندن اوزاق بو لنلری حالنده
استعمال اولنورلر .
(شکل ۱۶) ایکی موازی م ، م محورلری اوزینه ربط ایدیلان
(شکل ۱۶)



ایکی قاصناغه برنهایتسز قایش خارجا مماس اوله رق چکیریلور
ایسه محورلردن برینک حرکتیه دیگر ی عینی جهته دوران ایدوب

بالعكس داخلاً تماس ایسه عكسی جهته دوران ایدرلر . بوایکنجی
 حالده قایش هر قاصناقدن دها بیوک برر قوس احاطه ایدوب
 التصاق تزايد ایدرک (قایمه) کفیتی مندفع اولور ایسهده قایشلرک
 تلاقی محلرنده دخی دلك و تماس حاصل اولور

۳۹ — . قاصناقلرک سرعتی — . σ ، σ قاصناقلرک نصف
 قطرلری ω و ω زاویه سرعتلری اولسه قایشک سرعتی هر نقطهده
 عینی اولوب اگر قایش قایمور ایسه احاطه ایتدیکی دائره
 محیطلرینک دخی هر نقطهسی بو وجهله اولمغله (§ ۲۱) $\sigma = \omega$

$\sigma = \omega$ اولوب بو جهته (۱) $\frac{\omega}{\sigma} = 1$ یعنی قاصناقلرک

زاویه سرعتلری نصف قطرلریله معاً ساً متناسب بولنور .

قاصناقلرک عدد دورلری ω ، ω و نصف قطرلری مجموعی یعنی
 ایکی محور بینندهکی مسافه b ایله اشعار اولندقدن زاویه

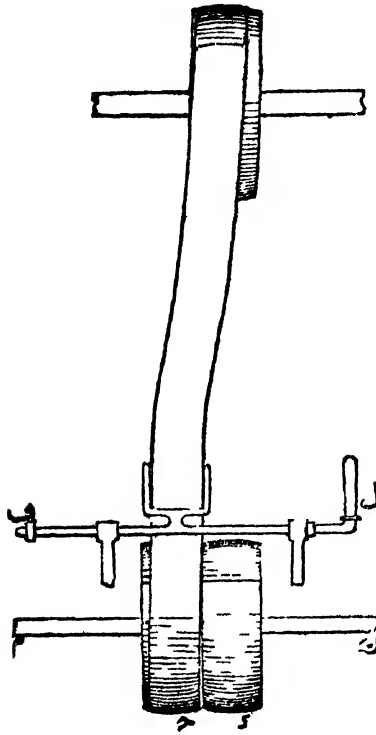
سرعتلری عدد دورلر ایله متناسب اولد یغندن $\frac{\omega}{\sigma} = \frac{\sigma}{\omega}$

اولور بومناسبتک طرفینه واحد ضم اولندقدن

$$\frac{\omega + \omega}{\omega} = \frac{\sigma + \sigma}{\sigma} = \frac{b}{\sigma} = \frac{b}{\omega} \quad \therefore \frac{\sigma}{\omega} = \frac{b}{\omega + \omega} \quad (۲) \text{ اولوب}$$

قاصناقلرک نصف قطرلری مجموعی وعدد دورلری معلوم ایکن
 هر قننی رینک نصف قطرینی استخراج ایچون دستور اولمش
 اولور . قایشک قاصناغک سطحی اوزرندن قایه رق دوشمسنی منع
 ایچون بوسطح محذب اولدینی حالده قایش اڭ مرتفع نقطهسنه

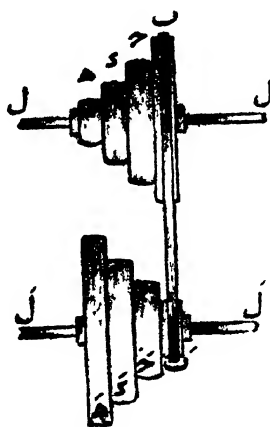
جیقمق استدیکی تجربہ دن اکلاشیلدیعدن (شکل ۱۷)
(شکل ۱۷)



قاصاقلرك سطحلك كمرلى وصرتلى اولهرق اعمال اولور .
۴۰ — . زردانلى قاصاق وآواره قاصاغى . دستگاهلردن
بعضارىنى دىكرلرینه تابع اولیهرق استلدىكى زمان
طوردىرمق ویا حرکت حالته وضع ایدم یلمك ایچون (شکل ۱۷)
م ۵ محوری اوررینه ایكى قاصاق كچوریلوب بونلردن بر ۷
قاصاغى محوره مربوط وآنچق آسكله برابر دونه یسیلوب

آواره قاصناغی دینلان دیگر ، قاصناغی ایسه بو محور اطرافنده
سربستهجه دوران ایده بیلور . عمله آلتلردن برینی توقیف ایتمک
استر ایسه بر ل و مانولهسی اغانهسیله قایشی آواره قاصناغنه
وحرکت حالنه وضع ایتمک آرزو ایدر ایسه آواره قاصناغندن
اصل قاصناغنه نقل ایدر .

محوری مختلف سرعتلر ایله دوران ایتدیرمک مطلوب ایسه
(شکل ۱۸) (نردبانل قاصناق) قوللانیلور ل محرك اغاجنه نصف
(شکل ۱۸)

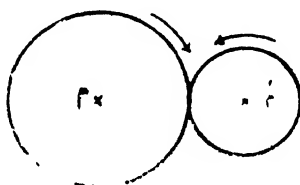


قطرلری بربرندن كوچك ب . ج . د . ه قاصناقلری و ل
متحرك اغاجنه دخی نصف قطرلری بربرندن بیوك ب ، ج ، د ، ه
قاصناقلری کجیریلوب قایش ب و ب قاصناقلرندن کجدیکی زمان
(§ ۳۹) اڭ بیوك سرعت استحصال اولنور . قایش دائما کرکین
قالق ایچسون مقابل قاصناقلرک نصف قطرلری مجموعی ثابت
قالق اقتضا ایدر .

§ ۲ تماس چرخلری و دیشلی چرخلر

۴۱ — • بو آلتلر محورلر بربرینه قریب اولدینی زمان ایکی حرکت مستدیره متصله یی بربرینه تحویل ایدوب محورلر متوازین اولورلر ایسه (مستوی دیشلی چرخ ترکیبی) دینلور.

(شکل ۱۹) مقاومت از اولدینی زمان یکدیگرینه تماس (شکل ۱۹)



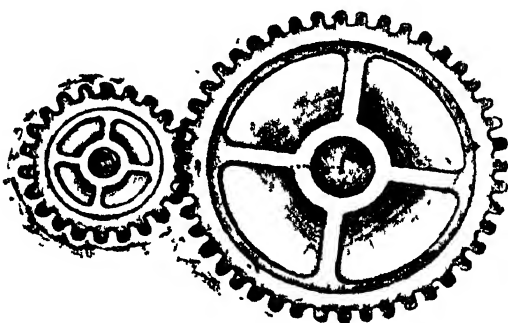
ایدن ایکی اسطوانه قوللانیلوب اسطوانلر قومالاستیق ایله صاریله رق التصاق تزید ایدیلور .

م اسطوانه سی حرکت متساویه ایله دوران ایدر ایسه م اسطوانه سی دخی عکسی جهته حرکت متساویه ایله دوران ایدوب اسطوانه لرك نصف قطرلری r و r' وزاویه سرعتلری ω و ω' اولسه ایکی محیط دائره نك هر نقطه سنك سرعتلری

مشترك اولدیغندن (§ ۲۱) $\omega = \omega' \Rightarrow \frac{\omega}{r} = \frac{\omega'}{r'}$

یعنی اسطوانه لرك زاویه سرعتلری نصف قطرلریله معکوساً متناسب اولور .

۴۲ - دیشلی چرخ ترکیبی . اگر مقاومت زیاده ایسه اصول سابق غیر کافی اولوب م اسطوانه سی کم اسطوانه سنی دوندیره میهرک اوزرندن قایه جفتدن مذکور اسطوانه لر اوزرینه دیشلر اعمال اولنهرق (شکل ۲۰) دیشلی چرخ (شکل ۲۰)



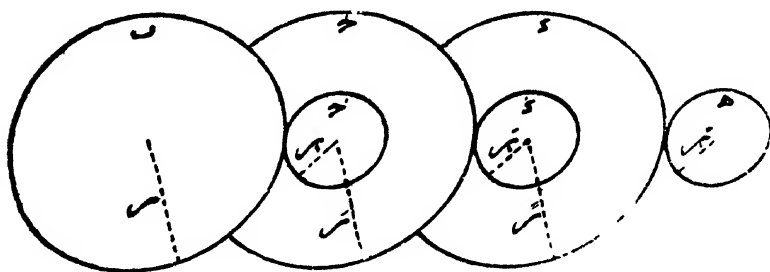
ترکیبی قوللانیلور . بوراده دخی حال سا بقده اولدینی کبی

$$\frac{r}{R} = \frac{4}{4}$$

 تناسبی بولنور که سر و سر ایکی دیشک مرکز لر
 خطی اوزرنده تماسده بولندینی و نقطه سنده یکدیگرینه مماس
 اولان ودیشلی چرخک محیط اصلبری تسمیه اولغان ایکی
 محیط دائرةک م و م و نصف قطر لرندن عبارتدر .
 چرخلردن کوچکنه « قنار » - تسمیه اولنور . بکدیگرینی
 سوق ایدن ایکی چرخک دیشلری عینی نخنده بولندقلرندن
 چرخلرک محیط دائرةلری حاوی اولدقلری عدد دیشلر ایله
 متناسب اولوب بوصورتده م و م چرخلرینک عدد دیشلری

م و م' ایله اشعار اولندقدہ $\frac{م}{م'} = \frac{ص}{ص'}$ و $\frac{م}{م} = \frac{ه}{ه'}$ یعنی ایکی چرخك زاویه سرعتلری عدد دیشلریله معکوساً متناسب بولور.

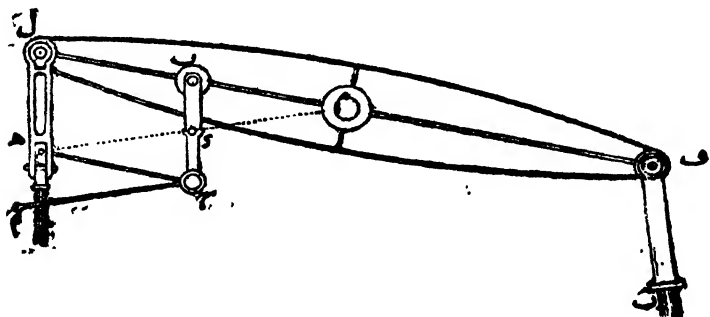
۴۳ — غایت بیوك نصف قطرده چرخ استعمالنه حاجت قالمسزین یکدیگرندن اییجه فرقلی سرعت استحصالی مطلوب اولسه عینی برمحور اوزرینه برچرخ و برقرار طاقیلوب بونلردن برقاج عددیله استیلان سرعت تحصیل اولنور. (شکل ۲۱) بر ب چرخى ۷ چرخك فارینى و بوجرخ (شکل ۲۱)



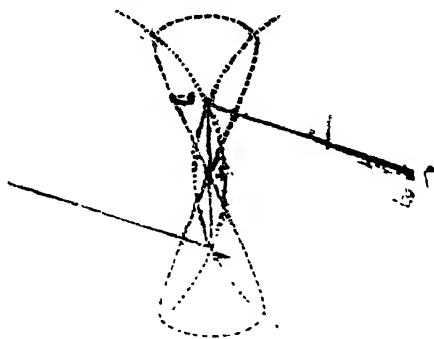
ز چرخك فارینى وهکذا سوق ایدر. ایکی نهایتده ب و ه' چرخلرینك زاویه سرعتلرینك نسبتی استحصال اتمک ایچون ب چرخك زاویه سرعتی (ه' و ه) چرخلرینك، مشترک زاویه سرعتلری ه' و (ز، ز') نك ه' ونهایتکی ه' چرخك دخی ه' اولسه

$$\begin{aligned} \frac{ه}{ه'} &= \frac{ص}{ص'} \\ \frac{ه}{ه'} &= \frac{ص}{ص'} \\ \frac{ه}{ه'} &= \frac{ص}{ص'} \end{aligned} \quad (\S 41)$$

۴۴ - . واطك بخار ماكنه سنده پيستون چبوغى (شكل ۲۴)
 و نهايتى حركتى اغاجه نقل ايدن و بَ قوليله مفصلى بيوك
 بر و موزنك ديكر نهايته مربوط بولنور .
 موازى مربوط اولوب « واطك موازى الاضلاعى » تسميه اولنان
 (شكل ۲۴)



مفصلى برطاقم چبوقلر پيستونك حركت مستقيمه منفصله سنى
 موازنك حركت مستديره متصله سنه نقل و تحويل ايدرلر .
 واطك موازى الاضلاعنك اساسى - . م و ف و م و م و م
 (شكل ۲۵) م و م نقطه لرى اطرافنده متحرك ايكي چبوق
 (شكل ۲۵)



اولسه و، م نقطه لرنده مفصلى بر و م كى واسطه سيله

يکديکریله برلشديريله رك كك ؤ منتصف نقطه سنه بر قورشون قلم ربط اولندقدنه بوقورشون قلم ۸ شكلنده وقسم اعظمی بر خط مستقیمدن پك آز فرقلی بر منحنی ترسیم ایدر .

بو خاصه دن استفاده اولمق ایچون (۲۴ شكل) ل ف موازی اوزرینه ب ل ه ه متوازی الاضلاعنی تشکیل ایدن رأسلرنده مفصللی درت چبوق ربط و ه رأسی م ه مقابل موازی اعانه سیله بر قوس اوزرنده حرکت اچار قلندینی حالده ه نقطه سی دخی بر قوس دائرة اوزرنده حرکت ایتدیگندن ه نقطه سی شمعی سویلدیگمز « واطك منحینسی » ترسیم ایدر .

ب نقطه سی (م ل) ك منتصف نقطه سنده آلنوب بوجهته م ب ه م ل ه مثلثلری مشابه قاهره ق م خطی متوازی الاضلاعك وضعیتنی وبوسبيله موازنك حرکتی هر نه اولور ایسه اولسون دائماً ه نقطه سندن مرور ایدر اشته بوسبیدن ه نقطه سی دخی ه نقطه سنك رسم ایلدیکی منحنییه مشابه وضعف طولده بر خط ترسیم ایدر . اكر (م ل) ك حرکتی ه نقطه سی محرکك یالکز مستقیم بر قسمنی رسم ایدهك درجه ده تنقیص و تحدید ایدیلور ایسه ه نقطه سنه بخار ماكنه سنك پیستونك چبوغی مفصللی اوله رق ربط اولدینی حالده بو چبوغك حرکتی دخی مستقیم اولور .

محل تكاثفی اولان ماكنه لرده ه نقطه سنه دخی هوا طلومبه سنك چبوغی ربط ایدیلور .

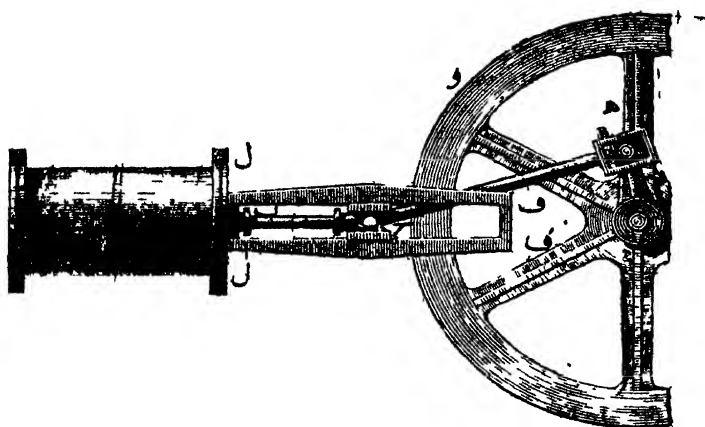
§ ٤ قول ایله چویره حك

چویره

٤٥ - قول ایله چویره حك بر حرکت مستقیمه مفصله یی بر حرکت مستدیره متصله یه تحویل ایدر . واطك بخار ماکنه سنده اشو ترتیب مخصوص مواردك حرک مستدیره مفصله سنی بر حرکت مستدیره متصله یه تحویل ایدر . قول ایله چویره حك پایکی جهتی اولوب یعنی عکسی تحویل حرکات ایچون دخی استعمال اولنه یلور .

(شکل ٢٦) ب ح (ل ف ک ق) پارچه لری اده سده متحرک چبوق اولوب ح ه دخی (و) پروانه سه ثات قلان ه م

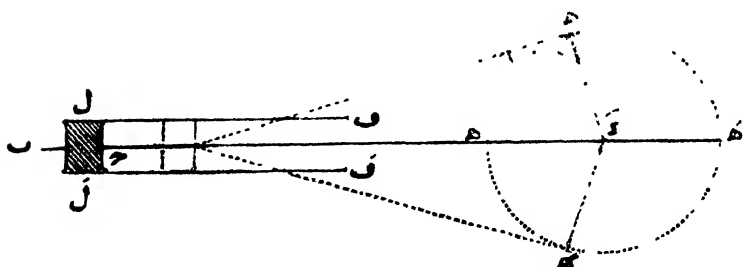
(شکل ٢٦)



چویره جکنه مفصلی اوله رق ربط اولمش فولدن عبارتدر . کر ب ح چبوغی بر حرکت مستقیمه مفصله ایله متحرک بولور

ایسه چویره جک وبوجهته پروانه بر حرکت مستدیره متصله
 آلور . وبالعکس اکر پروانه به بر حرکت مستدیره متصله
 ویریلور ایسه چوق حرکت مستقیمه منفصله ایله متحرک اولور .
 اشبو ترکیبده چویره جکک طولی پیستون سعه سنک نصفی
 اولدینی درکاردر .

(شکل ۲۷)



۴۶ - . نقطه وفاتلر . ب چوخی اغانه سیله حرکت
 نقل اولدینی زمان چویره جک (شکل ۲۷) ه و ه
 مثللو قول ایله برخط مستقیم استقامته تصادف ایتدکده
 چویره جکک اثری محورك مقاومتیله معطل قالوب بوسبدن ایکی
 (ه ، ه) وضعیتلرینه نقطه وفات تسمیه اولور .

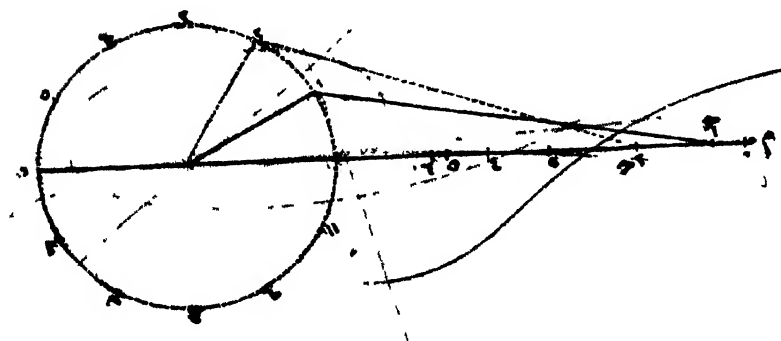
ماکنه حرکتده اولدینی زمان محوره مناسبت بر پروانه ربط
 ایدلش ایسه سرعت مکتسبه دنطولای چویره جک نقطه وفاتلری
 مرور ایدمیلوب لکن ماکنه توقف ایتدیکی زمان قول نقطه
 وفاتلرک بریسنده بولنه جق اولور ایسه ب چوونه تأثیر ایدن
 محرك آلتی حرکت حالته کچیره میوب پروانه بی بر مقدار دوندیرمک
 اقتضا ایدر . بو حالده قول وچویره جک ارتق برخط مستقیم

استقامتدن ایریله جقلرندن محرکک تأثیری آلی حرکت حالنه وضع ایده بیلور. چویره جک قول ایله ایکی ھ و ھ وضعیترنده زاویة قائمه احدث ایدوب اثر اعظمی حاصل اولور. لو قوموتیولرده عینی دینکل اوزرینه بینلرنده زاویة قائمه احدث ایدن ایکی دیرسک یعنی چویره جک استعمال اولنه رق پیستونک اثری تنظیم ونقطه وفاتلردن اجتناب ایدیلور. بوچویره جکلرندن بری کندی نقطه وفاتسده بولندینی زمان دیکری اثر اعظمی

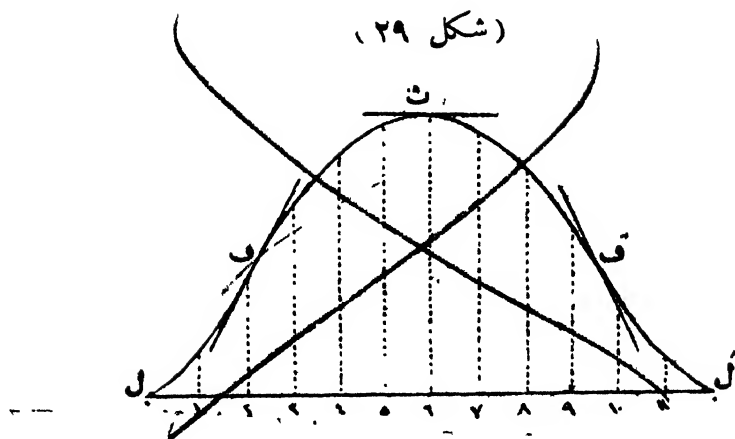
نقطه‌سی جوارنده بولنوب برنوع موازنه حاصل اولور .
حرکت پروانه واسطه‌سیله نقل اولنیور ایسه قول اوزرینه
محرك اثری چویره جكك رسم ایلدیکی محیط دائره‌یه مماساً
تأثیر ایدم‌جکندن ارتق نقطه وفاتلر موجود بولنمز ایسه‌ده لکن
ایکی اثر اعظمی نقطه‌سی ینه موجود بولنور .

منعنی "مصور کج و کجیل" (شکل ۲۸ و ۲۹)۔ مرسو مدر ۔

(شکل ۲۸)



(شکل ۲۹)



۴۵ § ۵ اکسانتریک یاخود قاملر .

۴۷ — . اکسانتریک یاخود قاملر علی العاده بر حرکت مستدیره متصله بی بر حرکت مستقیمه منفصله به تحویل خصوصنده استعمال اولنور لر . بونلرک پروفیللری حاصل ایده جکلری حرکت مستقیمه به نظراً تعیین اولنور .

۴۸ — . دائره وی اکسانتریک — (شکل ۳۰) بونوع

(شکل ۳۰)



اکسانتریک دائره شکلنده برطبله دن عبارت اولوب ، محرك محوریته ه مرکزی خارج بولمق اوزرنده ربط اولنمشدر .

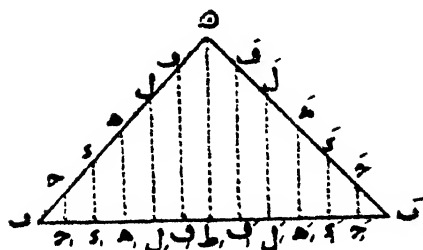
بوطبله بریلزیک ایله احاطه اولنوب بوکا دخی ح نقطه سنده
اکساتریکک تحریک ایده جکی ۴ چو غنه مفصللی اوله رق
مربوط اولان چرچیوه تثبیت اولنور ل و ل قلاغوزلری دخی
۵ چو غنک برخط مستقیم اوزرنده حرکتی حاصل ایدر لر .
۶ چو غنی بر ۷ چویره جکی و ۸ قوی واسطه سیله
نه وجهله تحریک اولنور ایسه بوترتیب آنک عینی اولدینی
بالسهوله کوریلور یالکز بوترتیده حرکت ایکی جهتی دکلدر .
یلزیکک طبله اوزرینه دلکی زیاده اولدیغدن ۹ چو غنی
اکساتریکی حرکت ایتدیره مز از قوته احتیاج حاصل اولدینی
زمان اشبو ترتیب کثیر الاستعمالدر چونکه اغاجک هر قنی
برمحله بالسهوله طاقیه بیلوب قول ایله چویره جکده اولدینی کبی
محوره دیرسک اعمالنه لزوم قالمز .

۴۹ — . یورک شکلنده قاملر — . اشبو نوع قام یاخود
اکساتریکلر بر حرکت متساویه و مستدیره متصله یی ینه
بر حرکت متساویه و مستقیمه منفصله یه تحویل خصوصنده
استعمال اولنور لر .

بو وجهله بر حرکت متساویه حاصل ایده جک قامک پروفیلی
ترسیم ایچون (شکل ۳۱) هر قنی بر ۱ خطنک ط
منتصف نقطه سندن بر عمود اخراج وبونک اوزرنده چو غنک
سعه حرکتیه مساوی ط ۲ بعدی قطع ایله ۳ نقطه سی ۱ ۲

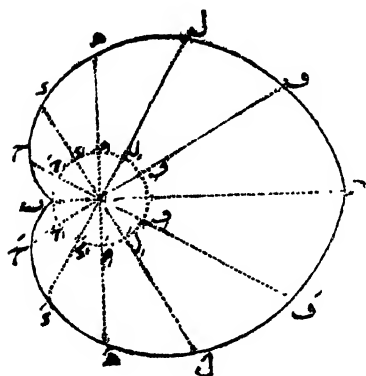
نقطه لرینه وصل و ب ک هر قننی اقسام متساویه مثلاً اون

(شکل ۳۱)



ایکی قسمه تقسیم اولنور . بوندنصکره (شکل ۳۲) قامه
ویریله جک الڭ اصغر نخنه مساوی نصف قطرده بر دائره ترسیم

(شکل ۳۲)



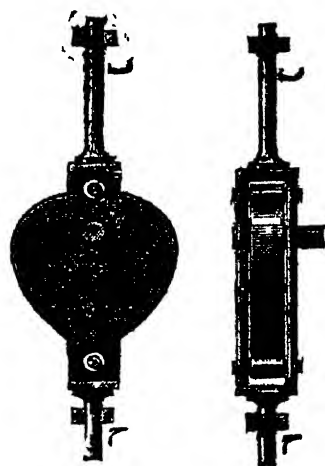
وبودائره دخی کذلک اون ایکی قسمه تقسیم اولنورق تقسیمات
نقطه لرینی م مرکزینہ وصل ایدن نصف قطرلر استقامت
اوزره اخراج اولنورلر ب ب خطنک دخی تقسیمات نقطه لرندن

اخراج اولنان چرخ ، δ ، ϵ ، عمودلرینه متناظرأ مساوی (شکل ۳۲) نصف قطرلرک اخراجی اوزرنده چرخ ، δ ، ϵ ، بعدلری قطع اولنه رق حاصل اولان نقطه لر وصل اولندقدہ قامک پروفیلی ایچون انتخاب اولنه جق منحنی ترسیم اولنش اولور اشیبو منحنی (هندسه ده کورلدیکی اوزره) « ارشیمت اسپرالی » قوسندن عبارتدر .

۵۰ — . یورک شکنده بولنان قاملر قلاغوزلر آره سنده متحرک اولان چپوغه بر حرکت متساویه اعطا ایتک فائده سنی جامعدرلر . لکن (شکل ۳۲) ب و و نقطه لرنده سرعتک بردنبه تبدل ایتسی محذوری دخی موجوددر .

دلک و تماسی تنقیص و تماسده بولنان پارچه لرک اسکایوب آشنملری محذورینی بر طرف ایتک ایچون (شکل ۳۳)

(شکل ۳۳)



كۈچك بركرك اغانه سله ب چوغي اكساتريك اوزرينه
استناد ايتدیلور .

چوغيك صمودی ائناسنده اكساتريك ' فوقانی تركك
اوزرينه وزولی ائناسنده تحتانی تركك اوزرينه اجرای
تأثير ايدر .

§ ۶ ویده .



۵۱ — • ویده • (هندسه ده بیان اولندینی وجهله)
سطح هلزونی شکلنده قبارتمه زیهلری حاوی بر اسطوانه دن
عبارت اولوب بوزیهلر بر مثلث ویا بر مربع دن تشکل ایتدیکنه
کوره ویده (شکل ۳۴) مثلثی ویا (شکل ۳۵) مربعی
ویده اولور .

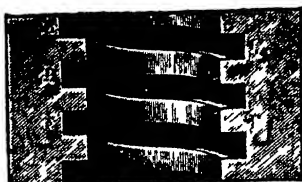
(شکل ۳۵)

(شکل ۳۴)



دیشی ویده (شکل ۳۶) تماماً ویده نك دیشلری کیره بیله جك
وجهله داخلآ اوپولش بر م ۵ پارچه سدن عبارتدر .

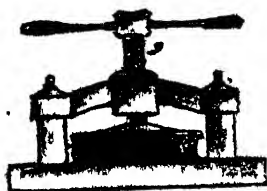
(شکل ۳۶)



۵۲ — • ویده عمومیتله بر حرکت مستدیره متعلیه بر حرکت مستقیمه تحویل خصوصنده استعمال اولوب اشبو تحویلی غایت دقیق و صحیح صورتده اجرایه مساعد بولندیضدن تقسیم آلتی « اسفرومتره » وسائر مثلو برطاقم دقیق آلتلرده استعمال اولنور .

بعضکده دیشی ویده ثابت اولوب ویده دوران ایدرک محوری جهتده دیشی ویده سنک دروننه نفوذ ایدر .
(شکل ۳۷) ده قوییه منکنهسی ودها سائر تضیق آلتلرنده اولدینی کبی .

(شکل ۳۷)

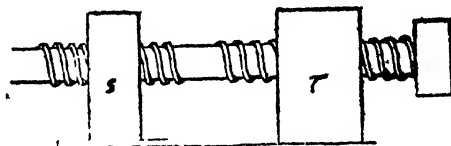


دیگر بعض آلتلرده دخی ویده کندی محوری اوزرنده دوران ایدوب دیشی ویده حرکت مستقیمه ایلر حرکت ایدر صربه فرلرنده

ورنده ماکنه لری وسائرده اولدینی کی .

۵۳ — سرعتلریننده کی نسبت — قوت طولی l اولان برمانوله قولنک نهایتندن تأثیر ایدوب ویده برکزه دور ایتدیکی زمان دیشی ویده h ایله ارانه اولسان خطوه هلزون قدر حرکت ایدر قولنک قطع ایلدیکی مسافه $2\pi l$ و مقاومتیکی h اولدیفندن ak و یوکک سرعتلری s ایله ارانه اولندقد $\frac{s}{c} = \frac{2\pi l}{c}$ اولمش اولور .

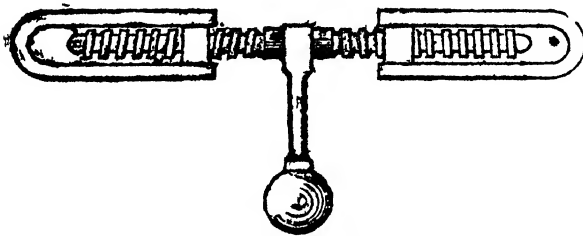
۵۴ — پرونینک تفاضلی ویده سی . غایت بطی بر حرکت استعصال ایتک ایچون (پرونی) عینی برویده اسطوانه سی اوزرینه خطوه لری مختلف فقط عینی جهته ایکی ویده اعمالنی تصور ایتشدور . (شکل ۳۸) اگر s دیشی (شکل ۳۸)



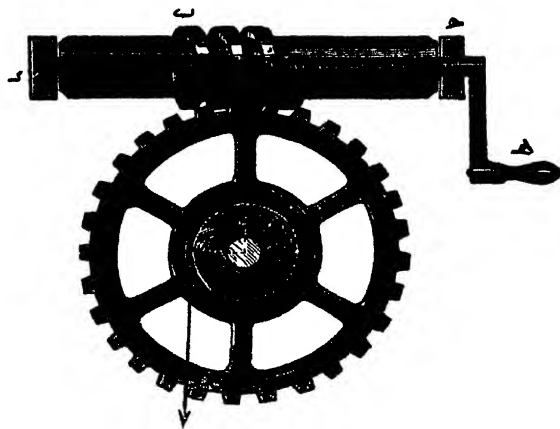
ویده سی ثابت ایسه ویده برکزه دور ایتدیکی زمان حرکت دورانیه نك جهته کوره h دیشی ویده سی ایکی ویده نك خطوه لری ییننده کی تفاضل قدر s دیشی ویده سنه تقرب و یا تباعد ایده ییلوب بوتفاضل استیلدیکی قدر تنقیص اولنه ییلور . قالدیکه عادی ویده خطوه سی برحد معلومدن ده دون اعمال اولنه من . بوسورنده سرعتلریننده کی نسبت $\frac{s}{c} = \frac{2\pi l}{c}$ اولمش اولور .

۵۵ — قبارنمه لری معکوس اولان ویده — بو ویده نك اسطوانه سی جهنلری معکوس ایکی ویده قبارنمه سنی حاوی اولوب عینی برترنک واغونلرینی برلشدیرمک ودها سائر خصوصیاتده استعمال اولنور .

(شکل ۳۹) و بده بر دور اجرا ابتدایی زمان دینی و بده لر ویده خطوه لری
 مجموعی قدر یکدیگر به تقرب و یا تباعد ایدر لری که بوصورنده سرعت لری
 یکننده کی نسبت $\frac{L}{C} = \frac{\pi^2}{C} = \frac{L}{C}$ اولمش اولور .
 (شکل ۳۹)



۵۶ — نهایتسز ویده . (شکل ۴۰) بر ب ویده سی
 محوری اطرافنده دوران ایتدیکی زمان بر چرخك دیشلریله
 (شکل ۴۰)



[ویده نك قبارتمه سی یکدیگریله تداخل ایده رك مذکور چرخك]

حرکت مستدیره سی استحصال اولنورکه بو ترتیه نهایتسز
ویده دینور .

نهایتسز ویده بر حرکت مستدیره متصله یی زیاده بطی و برنجی
حرکتک مستویسنه عمود اولان بر مستویده دیگر بر حرکت
مستدیره متصله یه و یا خود محوره مربوط بر چیقریفک اوزرینه
صاریلان رایپ واسطه سیله یو کک حرکت مستقیمه سنه
تحویل ایدر .

۵۷ — . سرعتلر ییتنده کی نسبت — . قولک طولی ل
ویده مک خطوه سی ح دیشلی چرخک نصف قطری سر
و چیقریفک نصف قطری سر اولسه ویده قول بر کره دور
ایتدیکی زمان چرخنی طولی ح یه مساوی بر قوس قدر حرکت
ایتدیرر . چیقریفک دوران ایتدیکی قوسک مقدارینک
چرخک دوران ایتدیکی قوسه نسبتی سر نک سر یه
ستی کی اولوب بوجهته یو ک ح $\times \frac{r}{R}$ قدر حرکت ایتمش اولور .
بوندن سرعتلر ییتده اولان نسبت $\frac{r}{R} = \frac{L \pi r}{L \pi R} :: \frac{r}{R} = \frac{L \pi r}{L \pi R}$
اوله رق : یو کک سرعتی الک سرعتندن پک از اولدینی
کوریلور .



فصل ثانی

مبحث قوت

قوت و موازنه دایر معلومات ابتدائی

§ ۱ عطالت احسام ، تأثیر و عکس التأثیر مساواتی

۵۸ — • برخی اساس • عطالت احسام (کپلر) — (۱)°
 سکونده بولان بر نقطه ماده کدی کدینه حرکت حاله
 کچه من (۲)° بر نقطه ماده حرکتده ایسه سرعتک نه استقامت
 ونه مقدارینی تعدیل ایده بیلوب بو جهته اکر اساس
 خارجه موجود دکل ایسه حرکتی متساویه و مستقیمه
 اولور .

رنجی قانون آشکار ایسه ده ایکنجی قانون تحریرتک خلافی
 کوریلور چونکه حرکتده کوردیکمز جسملرک کافه سنک
 حرکتلری ار آله رق نهایت توقف ایتدکلی معلومدر . الحق
 بو حال دلك و جسمک دروننده حرکت ایتدیکی واسطه نك
 مقاومتی وسائر اسباب خارجه دن ایلر و کلوب بولر نقدر تنقیص
 اولنور ایسه حرکتک اولقدر زیاده دوام ایتدیکی کوردیکندن
 اسباب مذکور نك بسبتون بر طرف ایدیه بیلیمی حالنده
 سرعتک دخی ثابت قاله جنی اکلا شیلور .

عطالت احسام بر طاقم حاکمه ایضاً ایدر : و ص ص ۵۸

باشلايچه داخلنده اياقده بولسان بر آدمك اياقلى عربه ايله
ايلرويه سوق اولنوب وجودينك قسم عيلاسى ايسه يرنده قالديفندن
كيرويه طوغرى بر حركت آلمغه مجبور اولور . عربه طوردينى
زمان ايسه عكسى حال واقع اولور .

حركتده بولنان بر عربه دن احتياطسزجه اطلاقى تهلكلى
اولوب زيرا اياقلى طورراغه طوقدينى زمان وجودك قسم
عيلاسى دها هنوز اقدججه الدينى سرعتله حركتده دوام
ايده جكندن حركتك درجه سرعتى نسبتنده بر قوتله طورراغه
چاريلور

۵۹ — • ايكنجى اساس . تأثير وعكس التأثير مساواتى
(نوتون) . « هر نه زمان بر نقطه ماديه ديكر بر نقطه ماديه
اوزرينه تأثير ايتسه بوايكنجى نقطه دخى برنجى نقطه اوزرينه
مساوى ومخالف بر قوتله اجراى تأثير ايدر » — ال ايله
بر تره بزه اوزرينه تضيق اولندينى زمان تره بزه نك دخى
اله بر تضيق اجرا ايتديكى حس اولنور . — بر خلاط ايله
ساحلده بولان برماده يى جر ايدن بر كينك بالعكس ساحله تقرب
ايتديكى كوريلور .

اكر عكس التأثيرله طورراغك مقاومتى اولسه اوزرنده
حركت اولنه ميه جنى كى متحرك بر زمين ويا خود قاين بر سطح
اوزرنده يورومكده دخى مشكلات كوريلور . كذلك لوقوموتيو

تکرلکری رایلر ایله تماس وواقع اولان مقاومسدن طولای
واغونلر ایلرویه حرکت ایدرلر .

قوتلر و صورت مساحه لری

۶۰ — . حرکتی حاصل ویا تعدیل ایدن کافه اسبابه « قوت »
دینور . قوتلرک جنس و طبعتلری مختلف اولوب ثقلت حرارت
تأثیرات الفتریقیه ، تأثیرات جزؤ فردیه وسائر . قوتدن
معدوددرلر .

برقوتده اوج شی ملاحظه اولنوب (۱)° نقطه تطبیق یعنی
قوتک تأثیر ایتدیکی فرض اولنان نقطه ماده (۲)° قوتک
استقامت وجهتی یعنی یالکزر قوتک تحت تأثیرنده فرض اولنان
نقطه تطبیقک حرکتک استقامت وجهتی (۳)° قوتک شدتی یعنی
واحد قیاسی اعتبار اولنان دیکر برقوته سبتیدر .

عینی شرائطده عینی آثار حاصل ایدن قوتلره « مساوی قوتلر »
دینلیدیکی کبی عینی نقطه مادهیه عکسی جهتلردن تأثیر ایتدکری
زمان بو نقطهیه هیچ بر حرکت ویره میان قوتلره دخی کذلک
« مساوی قوتلر » تسمیه اولنور .

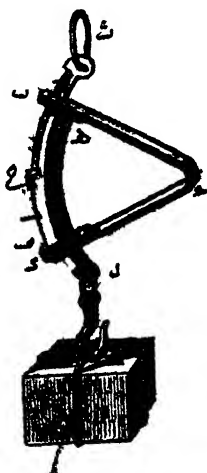
برقوت عینی شرائطده دیکر ایکی ویا اوج قوتک عینی اثرینی
حاصل ایده بیلور ایسه برنجی ایکنجینک ایکی ویا اوج مثیلدر
دینلور . — قوتلر مقادیر سائره مثللو اولجیه بیسلوب بوجهته

عدد ایله تخمین اوله بیلورلر . برقوتی اولچمک واحد قیاسی اولان دیگر قوتله مقایسه ایتمک بعی شدتی تقدیر ایتمک دیمکدر . قوتلر ثقلت ایله مقایسه اولوب بومقایسه ایچون دینامو متره لر استعمال اولنور . بوجهتله قوتلرک دخی واحد قیاسیسی ثقلت مثللو کیلوغرام اولمش اولور .

۶۱ — • دینا مومتره لر . قوتلری اولچمکه تخصیص اولنان آلاتدر . بو آلتر تطبیق اولسان قوتک تحت تأیرنده اکیلمه سنک درحسی تخمین اوله سیله جک یایلردن متشکل اولوب باشلیجه سی « پورون » و « زنییه ک » دینامو متره سی وساتردن عبارتدر .

پوزون — . (شکل ۴۱) ایکی معدنی قوسی حامل اولان

(شکل ۴۱)



ب حء یابندن مرکب اولوب بونلردن ه قوسی یوقاروده کی قولک ه نقطه سنه ربط اولنه رق آلتده کی قولدن مرور واولجیله جک قوتک تطبیق اولنه جنی بر ل چنکلی حاوی بولنور دیگر و ث قوسی و محنده آلتده کی قوله مربوط اولوب یوقاروده کی قولک درونندن کچهرک الی تعلیق مخصوص اولان بر ث حلقه سنه منتهی اولور بر ح اوکجه سی دخی آلتک الستیقیتی تجاوز ایتسنه مانع اولور . دینامومتر یی درجه لک ایچون چنکله متعاقباً ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰ کیلوگرام ثقللر تعلیق اولنوب و قولنک و ث قوسی اوزرنده کلدیکی نقطه لر اشارت اولنور . دیگر بر « پورون » (شکل ۴۲) ب محنده رحلقه یه منتهی

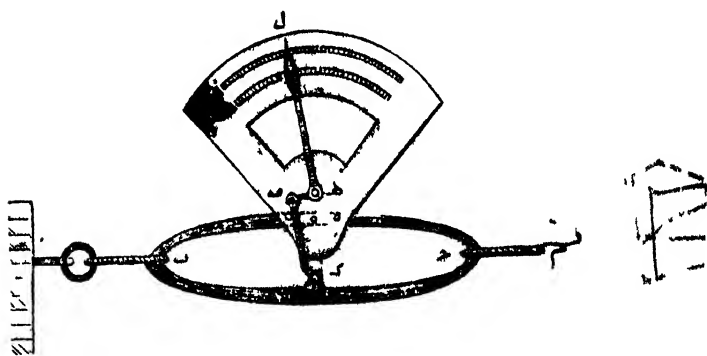
(شکل ۴۲)



اولان چبوغه مربوط بریایدن ترکیب ایدوب یایک محفظه سنه اولجیله جک قوت تطبیق اولنمق ایچون بر چنکل مربوط بولنمشدر .

رنييه نك دينا مومئوسى — (شكل ٤٣) رنييه نك دينا مومئوسى
پضى الشكل برابدين عبارت اولوب بويك حركتى سمعى زيادهجه اولقى
اوزره حركت ايند برابره سرايت ايند .

(شكل ٤٣)



بر ه محورى اطرافنده محرك اولان اشبو ه ابرسى د نقطه سنده مفصللى
اوله رقى يابه مربوط بر ف د جيوغنه كذلك مفصللى اوله رقى ربط اولنان
كوجك رى ه قولنى حاملدر .

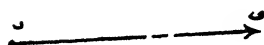
پسوك قوللى اولچمك ايجون الت بر نقطه ناتهيه ربط اولنوب قوت ح
جهتدن تاثير و ح حمتنده ياي جر ايدر كه قونك شدى جر اشارتيله
كوستريلان تقسيما اوزريده اوقتور .

كوجك قوللر د ه جمتنده يايك ايكي قولنى بررينه ياقلاشد بره جنى وجهله
د مجلنده تاثير ايند بريلوب قونك شدى دنى بو حالده تضيق مقباسى اوزريده
قرائت اولنور .

بر قوت بر خط مستقيم ايله كوستريه بيلور بو وجهله (شكل ٤٤)
ب نقطه سنده تطبيق اولنوب بى خطى استقامته متوجه

بولنان بر قوت \mathbf{F} خط مستقیم به ارائه اولنور \mathbf{F} طولی

(شکل ۴۴)



انتخاب اولنان واحد قیاسی به نسبت ایدلده \mathbf{F} قوتنک مقدار
و شدتی اعطا ایدر .

قوای متعدده بر نقطه مادهیه تطبیق اولندقلری حالده بو نقطه نك
حال سکون و یا حرکتی تعدیل ایده مزلر ایسه قوای مذکور
یکدیگر یله — موازنت — حاصل ایتشلر دینلور . اکثریا
قوتلر موازنت حاصل ایتشلر دینله جک یرده بر برینی محو
ایتشلر دخی دینلوب بوایکنجی تعبیر هر قدر غیر صحیح ایسه ده
ینه علی الاکثر استعمال اولنور .

§ ۲ اوجنجی اساس — حرکت اضافیه

۶۲ — • بر جسمه تطبیق اولنان قوتنک اثرینک جسمک حال
سکون و حرکتنه غیر تابع اولدینی (غایله) . — بر نقطه مادهیه
اوزرنده بر قوتنک اثری بو نقطه نك اولجه کسب ایتدیکی حرکت
غیر تابعدر . بواساس اکثریا حرکت اضافیه قانونی نامیله یاد
اولنور زیرا بواساسه نظراً نقاط مختلفه دن مرکب بر هیئت حرکتده
بولنوب نقطه لرندن بری هیئتک حرکتی حاصل ایدن قوتلردن
بشقعه بر قوتنک تحت تاثیرنده بولنسه بو نقطه نك دیگر لرینه نسبتله
حرکت اضافیه سی هیئت سهکونده بولندینی زمان مذکور قوتنک

تأثيره آله جنی حرکتک عیندر بواساادن مستبان اولان بعض
 یچ مهمه بوجه آتی ذکر اولور .

برقوت ثابتہ نک حاصل ایدہ جکی حرکت

۶۳ • — برقوتک استقامت وشدتی تبدل ایتمز ایسه
 « قوت ثابتہ » تسمیه اولور برقوت ثابتہ نک بر حرکت متزایدہ
 منتظمه حاصل ایدہ جکی بوجه آتی اراده اولور .

اول امرده نقطه سکونده بولندی فی فرض اولہرق برنجی واحد
 قیاسی زمان نہایتندہ قوت ثابتہ نک نقطہ اعطا ایدہ جکی سرعت
 س اولہ : اگر بوآندن اعتباراً قوت تأثیردن فارغ اولہ
 (§ ۵۷) عطالت اجسام اساسنه نظراً نقطہ مادہس سرعتہ
 و بر حرکت متساویہ ایلہ حرکتہ دوام ایدر . قوت ایکنجی واحد
 قیاسی زمان ظرفندہ تأثیر ایدوب نقطه سکونده صکی اثرینی
 حاصل ایدہ جکندن متحرکہ یکی بر س سرعتی اعطا ایدر .
 اشبو یکی سرعت (سرعت مکتسبه) یہ علاوہ اولہرق ایکنجی
 واحد قیاسی زمان نہایتندہ متحرک ۲ س سرعتی حائر اولور
 عینی وجہلہ بر اوچنجی واحد قیاسی زمان نہایتندہ ۳ س و م
 واحد قیاسی زمانی نہایتندہ م س سرعتنی حائر اولہرق یعنی
 سرعت زمانلر ایلہ متناسب بولمفلہ حرکت متزایدہ منتظمه اولور
 بوندنبشقہ قوت استقامتجہ ثابت قالدیفنسدن حرکت مذکورہ
 « مستقیمہ » اولور .

۶۴ — . ثانیاً نقطه ماده بر سرعت ابتدائی ایل متحرک
بولور ایسه : قوت سرعت ابتدائی نك جهتنده و یا خود
مخالفتده تأثیر ایدر بیلور . (۱)° اگر قوت سرعت ابتدائی نك
جهتنده تأثیر ایدر ایسه حرکت متزاید منتظمه اولور .

سرعت ابتدائی ب و برثانیه نهایتنده قوتك متحرک اعطا
ایلدیكى سرعت ح اولسه ماده سابقهده اولدینی كی ملاحظه
اوله رق برنجی ثانیه نهایتنده متحرکك س سرعتی ب سرعت
ابتدائی سیله قوتك برنجی ثانیه نهایتنده اعطا ایلدیكى ح سرعتك
ترکیندن عبارت اولوب بوسیدن

$$س + ب = س_۱$$

$$و کذا س + ب = س_۲$$

$$.$$

$$.$$

$$س + ب = س_م$$

اولوب حرکت دخی (§ ۱۱) مقدار تعجیلی ح دن عبارت
بر حرکت متزاید منتظمه اولمش اولور .

(۲)° قوت سرعت ابتدائی نك مخالفی جهتندن تأثیر ایدر ایسه
حرکت متناقصه منتظمه اولور .

سرعت هرثانیهده تناقص ایتدیکنندن سبقت ایدن دستورلرده
ح یرینه — ح وضع اولنق لازمکلوب بوحالده

۱۰ — ۵ = ۵
 ۲۰ — ۵ = ۱۵

 ۴۰ — ۵ = ۳۵

حاصل اولوب (§ ۱۱) حرکت متناقصه منتظمه اولمش اولور .
 ۶۵ — . تنیه ۱ — . اجسامی مرکز ارضه طوغری حذب
 ایدن « ثقلت » بر قوت ثابته در . فی الحقیقه خلاده ثقلتک تأثیرینه
 ترك اولمش اولان رحسم (§ ۱۶) حرکت متزایده منتظمه
 ایله سقوط ایدوب بو حمله هر محله وزنی یعنی ثقلی سبیلله
 بر مانع اوزرینه جسمک اجرا ایلدیکی تضییق بر قوت ثابته
 دیمک اولور .

۲ — . یالکزجه بر جسم اوررینه تأثیر ایدن بر قوت بو جسمه
 بر حرکت متساویه اعطا ایده مز .

حرکت متساویه اولا قوتک تأثیردن فارغ اولمشیلله جسمک
 سکندی سرعت مکتسه سیله حرکت دوام ایتسی ثانیاً قوه
 محرکه نک مقدار تعجیلی دلك و یا حود سائر بر سبیلله ابطال
 اولمشی حاللیده حصوله کلور بوسیدن : بر جسمه تطبیق اولنان
 قوتلر مواردته بولمقد قوری حالده بو جسم حرکت متساویه ایله
 حرکت ایده مز .

افقی بر یول اوررنده بر عربه مک مساوی بر سرعتو محافظه

ایده بیلیمسی ایچون قوۋ محرکه نك غلبله اولنه جق مقاومتہ دائما مساوی اوله رق جر ایتسی اقتضا ایدرۋ اگر زیاده ایسه حرکت متزایده اولور . اگر دلك از ایسه رایله اوزرنده حرکت ایدن واغونلرده اولدیگی کی قوۋ محرکه دخی تناقص ایدر .

§ ۳ قوتلرک اثرلرینک استقلالیتی

۶۶ — دردنچی اساس . متحد الوقت قوتلرک هربری اثرلرنده مستقل اولدقلری (غالبله) . — هر نه رمان قوای متعدده برآنده بر نقطه ماده اوزرینه تأثیر ایتسهر هربری دیگرلری موجود دکل کبی اثرلرینی حاصل ایدرلر .

۶۷ — (دعوی) — . ایکی قوت ثابته متعاقباً بر نقطه مادهیه تطبیق اولندقدہ حاصل ایده جکلری مقدار تعجیللرک بر برینه نسبتی قوتلرک بر برینه نسبتی کییدر .

ه ، که ایکی قوت ثابته ه و ه حاصل ایده جکلری مقدار تعجیل اولوب هر قنی بری مقداری ه قوتنده م و که قوتنده

$$م \text{ دفعه داخل بولسه } ه = م \text{ و } که = م \text{ و } ه = م \text{ و } که = م$$

اولور . اگر ملاحظه اولنان نقطهیه ه قوتی تطبیق اولندقدہ حاصل اوله حق مقدار تعجیل ه اولسه م قدر ه قوتی برآنده اشبو نقطهیه تطبیق اولندقدہ دردنچی اساسه نظر آه ه مقدار تعجیلی حاصل اولوب ه قوتنك حاصل ایده کی مقدار تعجیل دخی بوصورته م ه وعینی وجهله که قوتنك حاصل ایده جکلر

مقدار تعجیل دخی م ب اولفله ه = م ب و ه = م ب یاخود

$$\frac{م}{ه} = \frac{م}{ه} \text{ اولوب بوسیدن } \frac{و}{ه} = \frac{و}{ه} \text{ اولوب مطلوب حاصل}$$

اولور .

و قوتی قدر کوچک اولور ایسه اولسون بودعوا صحیح اولدیندن قوتلر یکدیگریله غیر مشترک المیراں اولدی بی رمان دخی صحیح اولش اولور .

$$۶۸ - \frac{و}{ه} = \frac{و}{ه} \text{ نسبتی } \frac{و}{ه} = \frac{و}{ه} \text{ وجهله یاریله بیلور .}$$

اگر نقطه ماده اوررینه راونچی م قوتی دخی تطبیق اولنسه

$$\frac{و}{ه} = \frac{و}{ه} = \frac{و}{ه} \text{ اولوب یعنی برجسمه تطبیق اولان برقوت}$$

ایله مقدار تعجیل ییسنده کی نسبت ثابت اولش اولور .

اگر قوتلردن بری جسمك وزنی ایسه مقدار تعجیل ث اولوب

$$\text{ورن (ك) ایله اشعار اولدقده } \frac{ك}{ث} = \frac{و}{ه} \text{ اوله رق بوسیدن}$$

$$\frac{و}{ه} = \frac{ك}{ث} \cdot ه \text{ اولش اولور .}$$

۶۹ - . رحسمك جوهری - . بوجسمه تطبیق اولنان

هرقنی برقوت ایله بوقوتك حاصل ایده حکی مقدار تعجیل

ییسنده کی نسبت ثابتدن عبارت ر . بوضورته برجسمك

جوهری ه ایله اشعار اولدقده ه = ه . : . و = و . ه . ه

اولوب یعنی برقوت تطبیق اولدی بی جسمك جوهریله بوجسمه

اعطا ایدہ کی مقدار تعجیلک حاصل ضربندن عبارتدر .
 ہر نہ زمان قوت جسمک وزنی ایسہ عینی وجہلہ \propto =
 $\frac{K}{n}$ بولنور ایدہ بر جسمک وزنی کیلو غرام و ثقلک مقدار
 تعجیلی مترہ اولدیفندن بولنری بر برینہ نسبت ایتک ایچون
 ہر بینی عدد مطلق کبی ملاحظہ ایتک لارمکلوب بوجہتلہ
 « جوہر » دخی کذلک بر عدد مطلقدن عارت بولنمش اولور .

۷۰ — . تسہ ۰۱ . عینی بر محلدہ اجسامک جوہرلری
 وزنلریلہ متناسبدر .

فی الحقیقہ $\propto = \frac{K}{n}$ دستورندن $K = n \propto$ و عینی وجہلہ دیگر
 بر جسم ایچون $K = n \propto$ ث اولمغلہ بورادن $\frac{K}{n} = \frac{K}{n}$ اولور .

بوصورتدہ اجسامک جوہرلری وزنلندن مساحہ اولنہ بیلور .
 ۲ — . جسمک موضوع بولدینی محل نہ اولور ایسہ اولسون
 جوہری تبدل ایتمز .

فی الحقیقہ اگر ثقلت تبدل ایدر ایسہ (§ ۶۷) وزن و مقدار
 تعجیل متناسباً تحول ایدوب بوجہتلہ ینلرنندہ کی نسبتدن عبارت
 اولان جوہر ثابت قالمش اولور .

۷۱ — . واحد جوہر — ۰ = $\frac{1}{n}$ دستورندہ $1 = n$
 وضع اولندقدہ $1 = \frac{1}{n} \therefore n = 1$ اولوب یعنی بر جسمہ
 بر قوت تطبیق اولنسوب بوقوت اعطا ایلدیکی مقدار تسجیلک

عددیله افاده اولنور ایسه مذکور جسمک جوهری واحد جوهر اولمش اولور .

اگر جسمه تطبیق اولنان قوت کسدی وزنی ایسه $u = h$ دستوری $ك = ث$ شکیلنی اخذ ایدوب یعنی هر قنی بر محله واحد جوهرک وزنی بو محله $ث$ نک قیمتی عددیله افاده اولنور بوصورته : واحد جوهرک وزنی $9,8088$ کیلو غرامدن عبارتدر .

$\frac{u}{h} = \frac{ث}{ك}$ دستورنده $u = h$ و $ث = ك$ وضع اولنسه $h = ك$ اولوب واحد جوهر ككذلك بوجه آتی تعریف اولنه . بیلور بر کیلو غرام شدنده بر قوتک تحت تأثیرنده بر متره مقدار تعجیل اخذ ایدن جسمک جوهری « واحد جوهر » در .

۷۲ - (دعوی) . قوای ثابته تأثیر ایتدکلی جسملرک جوهرلرینک حاصل ایتدکلی مقدار تعجیلرله حاصل ضربلرله متناسبدلر h و $ك$ جوهرلری اوزرینه تأثیر ایدن قوتلر u و $ث$ و متناظر مقدار تعجیلر h و $ك$ اولسه $\frac{u}{h} = \frac{ث}{ك}$ و $\frac{ث}{ك} = \frac{u}{h}$.

$h = ك$ و $ث = ك$ بورادن $\frac{u}{h} = \frac{ث}{ك}$ اولوب مطلوب ثابت اولور .

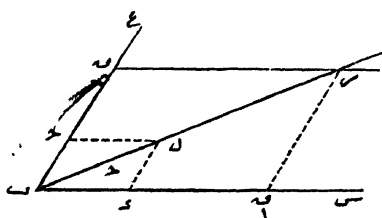
$u = ك$ اولسه $h = ك$ $\therefore \frac{ث}{ك} = \frac{u}{h}$ اولوب یعنی ایکی مساوی قوت مختلف جوهرده ایکی جسمه تطبیق اولنسه لر حاصل ایده جکلی مقدار تعجیلر جوهرلر ایله « مکوساً متناسب » اولور .

§ ۴ قوتلرک ترکیبی

۷۳ — ایکی قوت بر آنده عینی بر نقطه مادهیه تطبیق اولنسه لر بوقوتلر یرینه عینی اثری حاصل ایتک اوزره یالکز بر قوتک وضع واقامه سی ممکن اوله بیلوب بوقوته « قوه حاصله » ومذکور قوتلره « مرکبلی » تسمیه اولنور .

دعوی — (شکل ۴۵) بر ب نقطه مادهیه سی اوزرینه

(شکل ۴۵)



بر آنده تأثیر ایدن ایکی $و$ و $و$ قوتی $ب$ و $س$ متوازی الاضلاعنک ایکی $ب$ و $و$ ضلعلریله اشعار اولنسه لر بونلرک $س$ حاصله سی مقدار واستقامتجه $ب$ و $س$ قطریله اشعار اولنور . فی الحقیقه متحرکک جوهری $ح$ اولسه $و$ قوتی سکونده بولنان نقطه اوزرینه تأثیر ایتدکده (§ ۶۳) بر حرکت متزایدہ منتظمه واصغر بر $لا$ زمانی نهایتنده دستوراتی ایله افاده اولنان $س$ سرعتنی اعطا ایدر (§ ۶۹)

$$(۱) \quad س = ه \quad لا \quad یاخود \quad س = \frac{ه}{ح} \quad لا$$

عینی وجهله $و$ قوتی یالکزجه متحرکه تأثیر ایتدکده $لا$ زمانی

نهایتند (۲) $\frac{1}{\gamma} = 0.000$ پس $\frac{1}{\gamma}$ سرعتی اعطا ایدر بوسرعتی
اشعار اتمک اوزره γ و $\frac{1}{\gamma}$ خطری اوزرنده γ و $\frac{1}{\gamma}$
بعدلرینی قطع ایدم (§۶۶) قوتلر اثرلرنده مستقل اولدقلرندن
اشبو ایکی سرعت برآنده واقع اولوب متحرک حرکت مطلقه -
سنگ سرعتی بونلرک حاصله سندن یعنی (§۲۳) γ و $\frac{1}{\gamma}$
خطری اوزرینه مرسوم γ و $\frac{1}{\gamma}$ متوازی الاضلاعک قطرندن
عبارت بولنور. لکن ۱ و ۲ مناسبلرند طولای
 $\frac{\gamma}{\gamma} = \frac{1}{1} = \frac{1}{1} = \frac{1}{1}$ اولوب بوصورته γ و $\frac{1}{\gamma}$ و $\frac{1}{\gamma}$
مثالری مشابه اولغله نقطه سی γ اوزرنده بولنور. سرعت
حاصله سن ایله اشعار اواندقدنه ینه مذکور مثالرک مشاهبتدن
 $\frac{\gamma}{\gamma} = \frac{1}{1}$ اولوب (۱) مناسبندن ایسه $\frac{1}{\gamma} = \frac{1}{\gamma}$ اولغله
 $\frac{1}{\gamma} = \frac{1}{\gamma}$:: $\frac{1}{\gamma} = \frac{1}{\gamma}$ اولور.

ایمدی نقطه مادهی اوزرینه γ قطرله اشعار اولنان بر قوت
تطبیق اولنسه ۱ و ۲ مناسبلرینه نظراً متحرک γ ایله
اشعار اولنان بر سرعت یعنی γ و $\frac{1}{\gamma}$ سرعتلرینک γ
حاصله سنی اعطا ایدم جکندن بوصورته بوقوت γ و $\frac{1}{\gamma}$ قوتلرله
عینی اثری حاصل و بوجهته قوه حاصله مقدار واستقامتجه اشبو
قطر ایله اشعار اولنش اولوب مطلوب ثابت اولمش اولور.

۷۴ — سرعت حاصله ایله مرکبری بیننده کی مناسبات
قوه حاصله ایله مرکبری بیننده دخی موجود بولنوب بوصورته

$$(۱) \quad \frac{\gamma}{\gamma} = \frac{1}{1} = \frac{1}{1} \dots$$

$$(۲) \quad \dots = \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} \dots$$

اگر مرکب یکدیگرینه عمود ایسه لر (۳) $\dots = \text{مر} = \text{مر} + \text{مر}$.
 $\text{مر} = \text{مر} + \text{مر} = \text{مر}$ دستورلری حاصل اولور .
 نتیجه — اگر قوتلر عینی استقامتده تأثیر ایدرلر ایسه قوه
 حاصله جهتلری بر برینک عینی ویاخود عکسی بولندیغه نظراً
 مجموع ویاخود تفاضللرینه مساوی بولنور .

۷۵ — اگر متحرکه برآنده قوای متعدده تطبیق اولغش
 ایسه (§ ۲۶) ده سرعتلرک ذو کثیر الاضلاعی کبی قوتلرک
 ذو کثیر الاضلاعی ترسیم اولنهرق « قوه حاصله » تعین اولنور .

قوتلرک عددی اوچ اولوب بر مستویده بولمقدقلری زمان (§ ۲۷)
 قوتلرک متوازی السطوحی ترسیم اولنهرق « قوه حاصله » بولنور .
 قوتلرک مر و مر و حاصله لری مر و بوحاصله نک مرکب لری ایله
 احداث ایلدیکی زاویه لر مر و مر و ایله اشعار اولمقدقه
 $\text{مر} = \text{مر} + \text{مر} + \text{مر}$ و $\text{مر} = \text{مر} + \text{مر}$ و $\text{مر} = \text{مر} + \text{مر}$ ،
 $\text{مر} = \text{مر} + \text{مر}$ و اولمشر اولور .

۷۶ — موازنت حالی . قوت ایکی اولوب بر برینه مساوی
 وجهتلری مخالف بولندیغی وقوای متعدده حالنده قوتلردن
 هر قنفی بری دیگر لرینک حاصله سنه مساوی ومخالف اولدیغی زمان
 قوه حاصله صفر اولوب مذکور قوتلر (§ ۶۱) یکدیگرینی محو
 یعنی « موازنت » حاصل ایتمش اولورلر . اگر موازنت حاصل
 ایتمش قوتلرک تحت تأثیرنده بولنن متحرک اولجه سکونده
 ایسه بوقوتلرک تحت تأثیرنده ینه سکونده قالوب اگر هر قنفی
 بر سرعتی حائر ایسه حرکتی متساویه ومستقیمه اولهرق دوام

ایدر برنجی حاله « موانت سکون » ایکنجی حاله « موازنت حرکت » تسمیه اولنور .

قوای متعدده نك ترکیبنده ذو کثیر الاضلاع قبانور ایسه « قوه حاصله » صفر اولمغله مذکور قوتلرک موازنتمده بولندقلری اکلاشیلور .

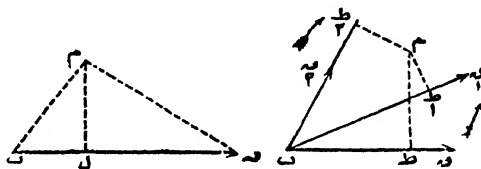
۷۷ — ۰ (شکل ۴۵) بر سر قوت معلومه سنی دیگر ایکی نه ، ۱ قوتلرینه تحلیل ایتک لازمکسه بو اوج استقامتک بر مستویده بولندی فی فرض اولنورق (۱) مرکبلرک استقامتلی اعطا اولنسه : بو حالده ب و سر مثلثنده بر ب و سر ضلعیه بوضعه مجاور بولنان زاویه لر معلوم اولدیغندن دیگر ضلعلری یعنی مرکبلرک مقدار و شدتلی بولنور (۲) مرکبلردن برینک بالفرض (ب و) ک مقدار و استقامتی اعطا اولنسه ب و سر و مثلثنده ایکی ب و سر و ب و ضلعلریله بینلرنده کی زاویه معلوم اولدیغندن بو مثلث ترسیم ویا حساب اولنورق ایکنجی مرکبک مقدار و استقامتی معلوم اولور (۳) ایکی مرکبک یالکز مقدارلری اعطا اولنسه ب و سر و مثلثک اوج ضلعی معلوم اولدیغندن بالتوسیم مرکبلرک استقامتلی تعیین اولنور ایسه ده ب و سر قوت معلومه سنه نسبتله متناظر ایکی حل موجود بولنور (۴) مرکبلردن برینک مثلا (ب و) ک مقداریله دیگر (ب و) ک استقامتی اعطا اولنسه ب و سر و ب و مثلثنده ب و سر و ب و ضلعلریله ب و ضلعنه مقابل زاویه معلوم اولوب مثلث مذکور ترسیم اولنورق (ب و) ک مقداریله (ب و) ک استقامتی تعیین اولنور مسئله نك بر ویا ایکی حلی اولوب ویا خود هج برحلی اولز بر قوت معلومه کذاک اعطا اولنان استقامتلرده دیگر اوج قوته تحلیل اولنه بیلوب قطری و بریلان قوته مساوی بولنقی وضع مجملری اعطا اولنان استقامتلره منطبق اولقی اوزره برمتوازی السطوح ترسیم اولنورق اضلاع مذکوره تحدید و «وقوای مرکبه » نك مقدارلری تعیین اولنور .

§ ۵ بر نقطه به نسبتله قوتلرک آتی

(مقدار حرکت)

۷۸ — بر قوتک بر نقطه به نسبتله آتی بو نقطه ایله قوتک استقامتی بیننده کی بعدک قوته حاصل ضربنه مساویدر . (شکل ۴۶) ه قوتنک م نقطه سنه نسبتله آتی ه \times م ل

(شکل ۴۶)



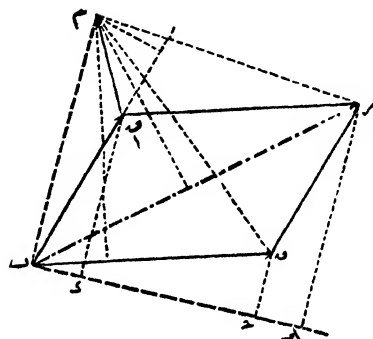
حاصل ضربندن عبارت اولوب بوده ب م ه مثلثنک ضعف مساحه سطحه سیدر . م نقطه سنه « مرکز آن » و م ل بعدینه قوتنک « مانوله قوی » تسمیه اولنور .

م نقطه سی اطرافنده متحرک فرض اولنان شکلی مانوله قوللرینک نهایتلرندن تأثیر ایدن ه و ه قوتلری بر جهته و ه قوتی دیگر جهته دوران ایتدیرمکه سامعی بولندیغندن ه و ه قوتلرینک آنلرینه بالفرض + اشارتی تخصیص اولنور ایسه ه قوتنک آننه (—) اشارتی اعطا اولنور .

۷۹ — « وارینیون » ک دعواسی — بر نقطه به تطبیق اولنان ایکی قوتک حاصله سنک بو قوتلرک مستویسنده هر قنهی بر نقطه به نسبتله آتی مرکبلرک آنلری مجموع جبریسنه مساویدر

(۱)° — (شکل ۴۷) م نقطه‌سی قوتلرک تشکیل ایندیکی زاویه‌نک خارجده آئوبه، α, β, γ نك مانوله قوللری

(شکل ۴۷)



ل، ل، ط ايله اشعار اولندوقده $ط = ل + ل$ اولور
 في الحقيقه : م نقطه سی قوتلرک نهاسلر نه وصل اولندوقده

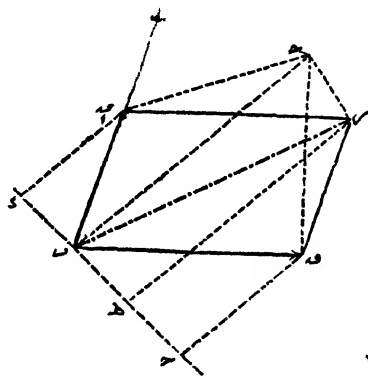
و قوتنك آنك نصفي ب م و مثلی
 = = = ب م و
 = = = ب م و

اولديغىدىن $m = m + m$ ، اولق لازمكلوب لىكن بومثلارك m قاعدهلىرى مشترك اولديغىدىن m مىثللىك ارتقاغىنىڭ دىكر ايكى مىثللىك ارتقاغىلىرى مجموعىنى مساوى بولدىغىنى اثبات ايتىك كفايت ايدر. امدى m قاعده مىشركسىنى عموڭ اولان m خطى اوزرىندى قوتلىك مىشلىرى تىشكىل

اولندقدە $ب ه = ب ح + ح ز$ اولوب لکن $ب ز$ موازی و مساوی خطلرک مرتسملری اوله رق بربرلینه مساوی بولندقلرندن $ب ه = ب ح + ح ز$ اولوب بوسیدن $م س = م ن + ن ط$ یعنی $م س = م ن + ن ل + ل ط$ اولمش اولور.

(۲) — (شکل ۴۸) م نقطه سی قوتلرک تشکیل ایتدکله

(شکل ۴۷)



زاویه نك داخلندہ آندقدہ $م$ قوتنك انی (§ ۷۸) $س و ن$ قوتلرینك آنلرینك مخالفی اشارتده بولنه جقندن $م س = م ن + ن ل + ل ط$ مناسبتی اثبات ایتك اقتضا ایدر.

بونی اثبات ایچون : $م س = م ن + ن ل + ل ط$ و یا خود بومثللرک $م$ قاعده لری مشترک اولدیفندن $م س$ مثلثنك ارتفاعنك دیگر ایکی مثلثك ارتفاعلری ییننده کی تفاضلہ مساوی اولدیفنی ارائہ ایتك کفایت ایدر. ایمدی $ب ز$ و $ح ز$ موازی و مساوی ضملرک مرتسملرندن عبارت اولوب بربرلینه مساوی

بولندقلرندن $\mathbf{B} = \mathbf{C} - \mathbf{D} = \mathbf{E} - \mathbf{F} = \mathbf{G} - \mathbf{H}$ بولسا $\mathbf{B} = \mathbf{C} - \mathbf{D} = \mathbf{E} - \mathbf{F} = \mathbf{G} - \mathbf{H}$ بولسا
 $\mathbf{B} = \mathbf{C} - \mathbf{D} = \mathbf{E} - \mathbf{F} = \mathbf{G} - \mathbf{H}$ بولسا $\mathbf{B} = \mathbf{C} - \mathbf{D} = \mathbf{E} - \mathbf{F} = \mathbf{G} - \mathbf{H}$ بولسا
 نقطه به نسبتله قوه حاصله نك آنی مركبلك آنلری مجموع
 جریسنه مساوی بولنوب مطلوب ثابت اولور .

۸۰. — نتیجه . قوه حاصله نك هر بر نقطه سنك مركبلره
 اولان بعدلری بومركبلر ایله معكوساً متناسب بولنور . فی الحقیقه
 اگر م نقطه سی قوه حاصله اوزرنده آلمش ایسه اشبو قوتك
 مانوله قوی صفر اولوب $\mathbf{B} = \mathbf{C} - \mathbf{D} = \mathbf{E} - \mathbf{F} = \mathbf{G} - \mathbf{H}$ مناسبتی $\mathbf{B} = \mathbf{C} - \mathbf{D} = \mathbf{E} - \mathbf{F} = \mathbf{G} - \mathbf{H}$
 $\mathbf{B} = \mathbf{C} - \mathbf{D} = \mathbf{E} - \mathbf{F} = \mathbf{G} - \mathbf{H}$ ویاخود $\mathbf{B} = \mathbf{C} - \mathbf{D} = \mathbf{E} - \mathbf{F} = \mathbf{G} - \mathbf{H}$ شکلی اخذ ایدرک بورادن
 $\frac{\mathbf{B}}{\mathbf{C}} = \frac{\mathbf{D}}{\mathbf{E}} = \frac{\mathbf{F}}{\mathbf{G}} = \frac{\mathbf{H}}{\mathbf{I}}$ اولوب مطلوب ثابت اولور .

۸۱. — حال عمومی . اگر برمستویده اوله رق قوای
 متعدده بر نقطه به تطبیق اولنش ایسه مستوی اوزرنده هر قنی
 بر نقطه به نسبتله بوقوتلرك « حاصله » سنك آنی قوای مذكوره نك
 یعنی مركبلكینك آنلری مجموعنه مساوی بولنور . فی الحقیقه
 قوتلر $\mathbf{B}, \mathbf{C}, \mathbf{D}, \mathbf{E}, \mathbf{F}, \mathbf{G}, \mathbf{H}, \mathbf{I}$ واصله لری $\mathbf{B}, \mathbf{C}, \mathbf{D}, \mathbf{E}, \mathbf{F}, \mathbf{G}, \mathbf{H}, \mathbf{I}$ ایله $\mathbf{B}, \mathbf{C}, \mathbf{D}, \mathbf{E}, \mathbf{F}, \mathbf{G}, \mathbf{H}, \mathbf{I}$
 قوتی ترکیب اولندقدہ بر هر حاصله سی بولنوب بوقوتلرك مانوله
 قوللری متناظر آل $\mathbf{B}, \mathbf{C}, \mathbf{D}, \mathbf{E}, \mathbf{F}, \mathbf{G}, \mathbf{H}, \mathbf{I}$ ایله ارايه اولندقدہ $\mathbf{B}, \mathbf{C}, \mathbf{D}, \mathbf{E}, \mathbf{F}, \mathbf{G}, \mathbf{H}, \mathbf{I}$
 اولور . اگر هر قوتی $\mathbf{B}, \mathbf{C}, \mathbf{D}, \mathbf{E}, \mathbf{F}, \mathbf{G}, \mathbf{H}, \mathbf{I}$ قوتیله ترکیب اولنور ایسه بر هر
 حاصله سی استحصال اولنوب بورادن دخی $\mathbf{B}, \mathbf{C}, \mathbf{D}, \mathbf{E}, \mathbf{F}, \mathbf{G}, \mathbf{H}, \mathbf{I}$
 $\mathbf{B}, \mathbf{C}, \mathbf{D}, \mathbf{E}, \mathbf{F}, \mathbf{G}, \mathbf{H}, \mathbf{I}$ اولور یکی حاصله $\mathbf{B}, \mathbf{C}, \mathbf{D}, \mathbf{E}, \mathbf{F}, \mathbf{G}, \mathbf{H}, \mathbf{I}$ قوتیله ترکیب وبو وجهله
 دوام اولنور ایسه نهایت الامر $\mathbf{B}, \mathbf{C}, \mathbf{D}, \mathbf{E}, \mathbf{F}, \mathbf{G}, \mathbf{H}, \mathbf{I}$ $\mathbf{B}, \mathbf{C}, \mathbf{D}, \mathbf{E}, \mathbf{F}, \mathbf{G}, \mathbf{H}, \mathbf{I}$

..... = $\frac{v}{h}$ بولنوب بو وجهله «قوة حاصله» نك آنی
مرکبلرینک آنلری مجموعنه مساوی بولمیش اولور .

۸۲ - . مقدار حرکت . — $\frac{h}{h}$ بر جسمک هر قنی بر آنده
مقدار حرکتی بوجسمک جوهرینک ملاحظه اولنان آنده
جسمک سرعتنه حاصل ضربنه مساویدر .

دعوی — . ایکی قوتک بر برینه نسبتی هر قنی بر زمان اثناسنده
حاصل ایده جکلری مقدار حرکتلرک بر برینه نسبتی کیدر .

فی الحقیقه $\frac{h}{h} = \frac{v}{h}$ معادله سنده طرف ثانینک صورت

ومخرجی $\frac{h}{h} = \frac{v}{h}$ ایله ضرب اولسدقده $\frac{h}{h} = \frac{v}{h}$ اولور لکن

تکوندن حرکتیه بدأ ایدن متحرکلرک $\frac{h}{h}$ زمانی نهایتنده کسب
ایده جکلری $\frac{h}{h}$ و $\frac{h}{h}$ (§ ۱۱) سرعتلری $\frac{h}{h}$ و $\frac{h}{h}$ عبارت

بولندیغندن بوضورتده $\frac{h}{h} = \frac{v}{h}$ اولوب مطلوب ثابت اولور .

۸۳ — . تنبیه . اگر بو معادله لرده $\frac{h}{h} = \frac{v}{h}$ فرض اولنور

ایسه $\frac{h}{h} = \frac{v}{h}$ یا خود $\frac{h}{h} = \frac{v}{h}$ یعنی عینی بر قوتک مختلف

جوهرده ایکی جسمه اعطا ایده جکی سرعتلر جسملرک جوهرلریله
معکوساً متناسب اولور اشته بو اساسه نظراً «آطووت» ک
ماکته سنده ایکی متحرک حرکتی استیلدیککی کبی اغرلشدریلهرق
سهولتله اجسامک سقوط قانونی رصد و معاینه اولنه ییلور .

بوقضیه كذلك افواه ناریه نك کیرویه تمبه لری خصوصه دخی تطبیق اولنه بیلور . باروتك اشتعالیه حاصل اولان غازلرك اتساعی برآنده هم مرمی و همده سلاحه تأثیر ایدر لکن جوهرلر زیاده فرقلی اولدیغندن کیرویه تمبه سرعتی مرمینك سرعتدن پك آز اولور . بو حهتله تفنك انداخت اولندیعی زمان کیرویه تمبهیه مقابل اولان جوهری تزئید ایتك ایچون سلاحی قوتلیجه اموزه طیامغه دقت ایتك اقتضا ایدر .

۸۴ — • بر قوتك اثر تحریکی — • بر قوتك تأثیر ایتدیکی مدته حاصل ضربنه — قوتك اثر تحریکی — تسمیه اولنور . دعوی — • سکوندن حرکت بدأ ایدن بر جسمه بر قوتك اثر تحریکی جسمك حائر اولدینی مقدار حرکت مساویدر .
فی الحقیقه • $ح = ح \cdot ح$ • $ح = ح \cdot ح$ • اولوب $ح = ح$ • س اولدیغندن $ح = ح$ • س اولمش اولور .

تنبیه • اكر بو معادله ده $ح = ح$ • وضع اولنور ایسه $ح = ح$ • $ح = ح$ • اولوب یعنی بر جسم اوزرینه تأثیر ایدن بر قوت بوجسمی حرکت حاله وضع ایچون قوتك قیصه اوله بیلوب فقط اصلا صفر اوله میان بر زمان قدر تأثیرده دوام ایتسی لازمکلوب بو وجهله : آز بر مسافه دن رمی اولنان بر قورشون بر پنجره جانی کسر ایتکسزین کچه بیلوب بر طاش ایسه جامی کسر ایدر چونکه برنجی حالده قورشون ایله سوق اولنان جامك پارچه سی حرکتنی مجاور اجزاء فردیهیه سرایت ایتدیرمک ایچون وقت بوله مز .

§ ۶ تطبیقات

عطالت اجسامه عائد بیان اولنان موادی اتمام ایتمک و سبقت
ایدن اساسلره تطبیقات اولمق اوزره قوت مقامنده ملاحظه اولنان
خاصه عطالت و تطبیقاتی بک چوق و فائده لی اولان قوت الی مرکز
وعن المکره متعلق بوجه آتی بعض مواد بسیطه ذکر
وبیان اولنور .

قوة عطالت

تسمیه

۸۵ — . بر نقطه ماده نك حرکتی حاصل ایدن قوت
ه = ه مناسبته اعطا اولنوب بوده ه — ه = ه . شکلنده
یازیله بیلرک ه یی قیمت مطلقه ه قوته مساوی و مخالف
برقوت کبی ملاحظه ایتمک ممکن اولور . صرف اعتباری
و تصوری اولان بوقوت نقطه نك حرکتی حاصل ایدن قوت
ایله هر آنده موازنه حاصل ایده بیلوب بونقطه نك « قوة عطالتی »
تسمیه اولنور .

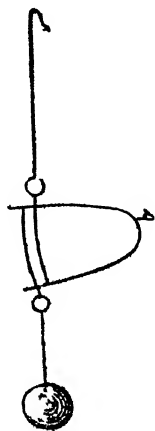
مثلا الده طوتیلهرق حرکت ایتدیریلان بر جسم کنديسني سوق
ایدن اله اجرای تأثیر ایدر الک حرکتی اغرلشدینی صورتده
عطالتدن طولایي جسم حرکتده دوام ایتمک استدیکنندن الی ایلرویه
تحریکه ساعی اولوب بالعکس الک سرعتی تزیدد اولندینی زمان
جسم کذلک عطالتدن طولایي کندی حرکتی محافظه ایتمک
استیهرک الی توقیف ایتمک ایچون بر مقاومت ارايه ایدر .

اشته جسمك هر آنده اشبو عكس التأثيرينه — قوة عطالت —
تسميه اولنور بو عكس التأثير تأثيرينه يعنى حركتى حاصل ايدن
قوته مساوى ومخالف بولمغله قيمت مطلقهسى $\vec{v} = \vec{v}_0$ ه ايله
افاده اولنهرق وموجهته « ر نقطة ماديه نك قوة عطالتى بونقطهيه
معين بر حركت اخذ ايتديرن هيئتك اوزرينه اجرا ايتديكى
عكس التأثيردن عبارتدر » ديلور .

رابطه ماديه نك وجودى حالنده طهورى آشكار اولان بوقوتك
تأثير ايتديكى نقطه لر يننده هيچ برواسطه بولندينى حالده دخي
ينه ملاحظهسى ممكندر.

۸۶ — • قوة عطالتك ديناموترو واسطه سيله حس ومساحهسى
ممكس اوله بيلور (شكل ۴۹) ال ايله طوتيلان ه ديناموتروسنه

(شكل ۴۹)



برك جسمى تعلیق اولندقدہ جسم ثابت قالدینی زمان تقسیمات
بوجسمك وزنی اعطا ایدر .

لكن آلت قالدیرلدقدہ یای برارز بویکلوب ونه نسبتده چابوق وبردنبره
قالدیریلور ایسه اودرجهده زیاده بویکلور .

بوصورتده یکی برقوت دها جسمك وزننه علاوه اولنمش اولوب
بوقوت جسمدن حاصل و دینامومترونك فوقانی قولنه منطق
اوله رق (دینامومترونك وزنندن صرفنظرله) تماماً الك هیثی
قالدیرمق ایچون اجرا ایتدیکی یکی تأثیره مساویدر .

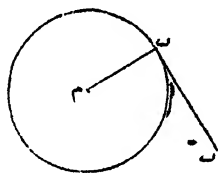
حرکت متساویه اولدیگی زمان دینامومتره نك ابره سی ینه جسمك
سکونده بولندیگی زمانده کی ارائه ایتدیکی تقسیماته منطق اولوب
بوجهتله حرکت متساویهده قوه عطالت بولمز (§ ۶۵) اگر صعود
حرکت متزایده منتظمه ایله اجرا اولنور ایسه یایك بویکلسنك تزایدی
ثابت قالور .

چونكه بوحرکتی حاصل ابدن قون (§ ۶۴) ثابت اولق لازم
کلدیکندن بوکا مساوی ومخالف اولان قوه عطالت دخی ثابت
اولور . — افقی ومستوی بریول اوزرنده برعربه ایپ ایله
جر اولنهرق حرکت متزایده اعطا اولنور ایسه كرك ساده جه
ایك كریله سی کوز ایله مشاهده وكرك بر دینامومترو ایله تجربه
اولنهرق یالکز حرکت متساویه محافظه اولنق حالنه نسبتله
ایك اولقدر زیاده کرلیدیکی اکلاشیلور ایك بوفضله کرله سی
عربه نك قوه عطالتنی مساحه ایدر بوقوت عربه دن حاصل
اولوب ایپ واسطه سیله عربیه یی جر ایدن آدم ویاخود حیوانه
تطبیق اولنور .

قوت عن المركز

۷۸ — حرکت دوریه . قوتی الی المركز — (شکل ۵۰)
هرقنی برم محیط دائره سی اوزرنده متحرک بر ب نقطه

(شکل ۵۰)



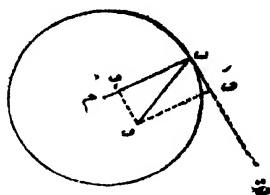
مادیه سنک یا لکز بر سرعت ابتدائیه نك تحت تأثیرنده بولنسی
حالنده (§ ۵۷) ب نقطه سنده منحنینك جزؤ مستقیمی یعنی
ب ت خط مماسی استقامتده حرکت ایتمسی لازمکلوب
حالبوکه بر محیط دائره اوزرنده حرکت ایستدیکندن بو صورتده
برقوتك تحت تأثیرنده بولندینی اکلا شیلور .

« اگر حرکت مبحوته متساویه ایسه قوتك مرکزہ متوجه بولنسی
لازمکلوب . »

فی الحقیقه : اگر بوقوت (شکل ۵۱) بر ب و استقامته
متوجه اولسه ایکیه تحلیل اوله بیلوب بولردن بری متحرک
استقامت حرکتہ ناظم اوله رق سرعتك تبدلنی موجب اولمز
ایسه ده و قوتی سرعتی تعدیل ایده بیلهرك حرکتك متساویه
اولماسی لازمکلوب بوسورتده (بر محیط دائره اوزرنده حرکت

متساویه ایله متحرك بر جسمك دائماً بو محیط دائره نك مركزينه متوجه بر قوتك تحت تأثیرنده بو انديفی (تبين ايدر .

(شكل ۵۱)



بو استقامتدن طولاي اشبو قوته « قوت الى المركز » تسميه اولنور .

۸۸ — . قوت عن المركز . (§ ۵۷) تأثیر دائماً مساوی ومخالف بر عكس التأثير حاصل ايتديكندن متحركي بردائره اوزرنده حرکت متساویه ایله حرکت مجبور ایدن قوت الى المركز دخي ظهور ايتديکی هیئت مادییه تطبیق اولنمش مساوی ومخالف بر عكس التأثير حاصل ایدرکه « قوت عن المركز » تسمیه اولنوب (§ ۸۵) قوه عطالتك بر حال خصوصیسندن عبارت اولدینی کوریلور .

الك بر محیط دائره اوزرنده حرکت ایتدیردیکی صپان طاشنه اجرا ایتدیکی جر قوت الى المركز اولوب ایپ واسطه سیله طاشه تطبیق اولنمشدر لکن عینی زمانده ال دخي طاشك حرکتدن حاصل اولان وایپ واسطه سیله اله تطبیق اولنان قوت عن المركز دن طولاي طاشه طوغری چکیلور اشبو ایکی قوت

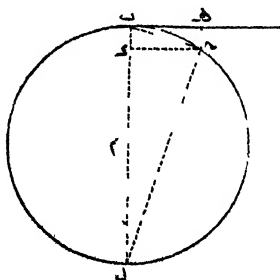
ایں کره دك قویارمغه ساعی اولوب اكر ایپ قوبسه یاخود کسبله برآنده قوت الی مرکز وآنکله بر ابر قوت عن مرکز معدوم اوله جفدن طاش سرعت مکتسبه سی سبیله رسم ایئدیکی محیط دائره یه مماساً خارجه آتیلور .

تنیه — . اكر متحرك محیط دائره دن بشقه برمنحنی رسم ایدر ایسه ینه مشابه نتایج حاصل اوله رق قوت الی مرکز وعن مرکز دائماً متحرك رسم ایلدیکی منحنی یه ناظم واقع اولور لر .

هر نه زمان متحرك اوزرینه تأثیر ایدن قوت ناظم استقامته متوجه دكل ایسه (§ ۸۷) بری قوت الی مرکز دن عبارت اولق اوزره منحنی یه ناظم دیگر ی سرعتی تعدیل یعنی حرکتی تحویل ایتك اوزره مماس استقامتده ایکی یه تحلیل اوله بسلور دائماً نقطه احتراق لك برندن مرور ایدن بر قوتك تحت تأثیرنده برر قطع ناقص ترسیم ایدن سیاراتك حرکتلنده اولدینی کبی .

۸۹ — . قوت عن المركز مساحه سی — (شکل ۵۲)
قوت عن المركز شدقی اولنق ایچون بوجه آتی کندینه

(شکل ۵۲)



مساوی اولان قوت الی مرکز حساب اولور . ب نقطه سنک
 بر س سرعتیله مساویاً م محیط دائره سنی دور واصغر بر ه
 زمانی طرفده ب ح قوسنی قطع ایتدیکی فرض اولنسه
 حرکت متساویه اولدیغدن قوس $س = ۲$ اولور . لکن
 ب ح مسافه سی بری خط مماس استقامتمده ب ه دیگر ی نصف
 قطر استقامتمده ب س مسافه لرینک حاصله سی کبی ملاحظه
 اولنه بیلوب اشبو ب س مسافه سی قوت الی مرکز دن حصوله
 کلور . ایمی دی ب ح ل مثالنک قائم الزاویه اولسندن
 $س = \frac{۲}{۲} = ۱$ اولوب ب ح قوسی غایت اصغر اوله رق همان
 وترینه مساوی کبی اولدیغدن ب س $= \frac{۱}{۲}$ اولور .

بورادن ب س مسافه سنک بر حرکت متزایدۀ منتظمه ایله قطع
 اولندیغی وبو حرکتک مقدار تعجیلنک دخی (§ ۱۳ = ۲)
 $\frac{۱}{۲}$ دن عبارت بولندیغی کوریلور . بو مقدار تعجیل ه ایله
 اشعار اولندقدۀ ه $= \frac{۱}{۲}$ اولمش اولور .

قوت الی مرکزک مقداری ع ومتحرکک جوهری ح ایله اشعار
 اولندقدۀ (§ ۶۹) ع = ۲ ه ویا خود ع $= \frac{۱}{۲}$ اولوب یعنی
 « قوت عن مرکز متحرکک جوهریله یا خود سرعتک مربعیله
 مبسوطاً ونصف قطر ایله مکعوساً متناسب بولنمش اولور . »

۹۰ . — تنیه (۱) ° ع $= \frac{۱}{۲}$ دستورندن قوت عن مرکزک
 س = . یا خود س $= \infty$ اولمی حانده یعنی متحرکک

یا حال سکوننده و یا بر خط مستقیم اوزرنده حرکت کرده صفر اولدینی کوریلور .

(۲)°. علی العاده قوت عن المركزة متحرك زاویه سرعتی جنسندن افاده اولنوب ب نقطه سنك به زاویه سرعتی بولق ایچون س سرعت خطیه سنك (§ ۲۱) س نصف قطریله تقسیمی لازم کلور . بوسیدن به $\frac{r}{r} = \frac{v}{v}$ بورادن س $= \frac{r}{r}$ اولورکه بوقیمت $E = \frac{r}{r}$ دستورنده محله وضع اولندقدن $E = \frac{r}{r}$ اولمش اولور .

(۳)° قوت عن المركزة كذلك متحرك ثانیه م عدد دورینك جنسندن دخی افاده سی مطلوب اوله بیلوب بو حالده س $= \frac{r}{r}$ م $\frac{r}{r} = \frac{r}{r}$ اولمش اولور .

.....

.....

.....

فَصِيحَةُ

مبحث سکونت

برجسم صلبه تطبیق اولنان قوتلرک ترکیب وموازنتی

بر نقطه یه تطبیق اولنان کافه قوتلر یرینه (۸۵) ذو کثیر الاضلاعک
ترسیمیه یالکز بر قوت وضع واقامه اولنه بیلور .
شمدی برجسم صلبه تطبیق اولنان قوتلرک یرینه فصل قوتلرک
وضع واقامه اولنه بیله جکنی بیان ایتمک لازمکلوب بومسئله مهمه
دخی مذکور قوتلرک متوازیین ویاخود کیف ما اتفق استقامت لرده
بولندقلرینه نظراً ایکی قسمه تفریه اولنور برنجی حالده :
قوای مذکوره ناک یالکز برحا ' ' یعنی ویاخود
برمتوازینه ارجاع اولنه بیلد . ' ' یعنی حالده بو قوتلر یرینه
عمومیته یالکز بر قوت و- ' ' لنه میوب لکن دائماً
ایکی قوته تقلیل اولنه بیله جکلری . ذکر و بیان
اولنه جقدر .

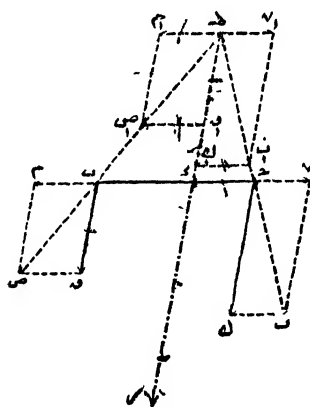
§ ۱ قوای متوازیه ناک ترکیبی

۹۱ — . دعوی . برجسم صلبک ایکی نقطه سنه تطبیق اولنان
موازی وعینی جهنده قوتلرک حاصله سی بو قوتلر موازی وعینی

جهتده اوله رق مجموعله رینه مساوی اولوب نقطه تطبیقی مذکور قوتلرک نقطه تطبیقاری یینتی وصل ایدن خطی مرکب لک شد تدریله معکوساً متناسب تقسیم ایدن بر نقطه اولور .

(شکل ۵۳) بر جسم صلبك ايكي ب و ح نقطه سنه تطبيق اولسان ايكي موازي قوت و و ك اولسه : ب و ايله برخط

(شکل ۵۳)



مستقیم اوزرنده معدارلری کیف ماتفق فقط بربرلینه مساوی
و مخالف اوله رق ب و د نقطه لرینه ایکی ت و م قوتلری
تطبیق اولنسه بواکی قوت یکدیگریله موازنه حاصل ایتدکلرندن
جسم صلبک بولندینی حال تبدل ایتمز .

(م و ن) قوتلرينك حاصله سي ص و (ت و ك) قوتلرينك
دخني ت اولوب بوايكي ص و ت قوتلرينك تقاطع استدلكري

ه نقطه سی غیر متحول صورتد، جسم صلبه مربوط کی ملاحظه
اوله رق اشبو قوتلر ه نقطه سنه نقل و تطبیق اوله بیلورلر
ه نقطه سندن ب و ب و خطلرینه بررموازی رسم اولدقد
ص، پ قوتلری یرینه (۱، ۲) و (۳، ۴) مرکبلی وضع
واقامه اوله بیلوب لکن ۱ و ۳ مرکبلی یکدیگریله موازنه
حاصل ایتدکدرندن یالکتر ۲ و ۴ قوتلری قالدورکه حاصله لر
(§ ۷۴) بونلرک مجموعلرینه مساوی اولوب بوده جسم صلب
تطبیق اولنان قوه حاصله دن عبارت اولور بو صورتده و و ک
قوتلرینک « حاصله » لری کندیلرینه موازی و مجموعلرینه مساوی
بولنیش اولور .

شمدی د نقطه سنک ب خطی و و ک مرکبلیله معکوساً
متناسب ایکییه تفریق ایتدیکنی اثبات ایتک اقتضا ایدر .
ب د ه و ص ۲ ه ایله د و و ۴ لک ه مثلثلرینک مشابهنندن
 $\frac{ب}{د} = \frac{ه}{ص} \therefore ب \times د = ه \times ص$ و $\frac{د}{ه} = \frac{ص}{ب} \therefore د \times ب = ه \times ص$
د \times و ک = ه \times لک پ حاصل اولوب لک پ = ص ۲ ه
اولدیغندن طرف ثانیلر یکدیگریله مساوی بولمغله د \times ک =
ب \times و $\therefore \frac{ب}{د} = \frac{و}{ک}$ اولوب مطلوب ثابت اولمش اولور .

۹۲ — نتیجه . قوتلردن هر برینک دیگر ایتیسنک نقطه
تطبیقلری ییننده کی مسافیه نسبتی ثابت اولور .

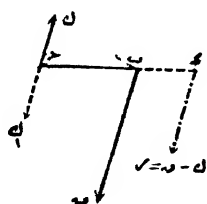
فی الحقیقه $\frac{ب}{د} = \frac{ک}{و}$ دن $\frac{ب+د}{د} = \frac{ک+و}{و}$ یا خود $\frac{ب}{د} = \frac{و}{ک}$
اولمغله بورادن $\frac{ب}{د} = \frac{و}{ک}$ اولور . قوتلر موازی
اولیسوب متقاطع اولدقلاری حالده (§ ۷۴) هر قوتک دیگر

ایکسینک ییئنده کی زاویه نك جینه نسبتك ثابت اولدینی معلومدر .

۹۳ — . دعوی . ایکی موازی وجهتلی مخالف قوتلرک حاصله سی بیوک قوتک جهتنده وبونلرک یینلرنده کی تفاضله مساوی اولوب نقطه تطبیقی دیگر ایکی قوتک نقطه تطبیقیرینی وصل ایدن خطک استقامت اوزره اخراجی اوزرنده بیوک قوت طرفنده ونقطه تطبیقلردن هر برینه مرکبکک شدتلیله معکوساً متناسب برمسافده بولنور .

(شکل ۵۴) جهتلی مخالف ایکی قوت \mathbf{P} و \mathbf{Q} اولسه \mathbf{R} قوتی (§ ۹۱) بری \mathbf{K} قوته مساوی ومخالف کم ویدیگری

(شکل ۵۴)



$\frac{P}{Q} = \frac{R}{K}$ مناسبتیله بولان بر \mathbf{R} نقطهسنه تطبیق اولنق اوزره \mathbf{P} — \mathbf{K} قوتلرینه تحلیل ایده بیلورز \mathbf{Q} قوتی برینه بوا یکی مرکب وضع واقامه اولننجه جسم صلب \mathbf{K} ، کم ، \mathbf{P} — \mathbf{K} مثللو اوج قوتک تحت تاثیرنده بولنش اولوب \mathbf{K} ، کم قوتلری یکدیگری محو ایتدکلرندن باقی \mathbf{P} — \mathbf{K} قالب بوده قوه حاصله دن عبارت اوله رقی دعوانک برنجی قسمی اثبات ایدلش اولور امدی

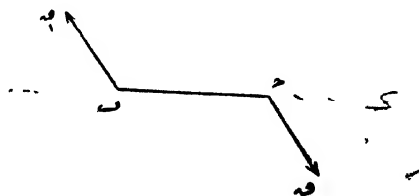
$\frac{ج}{ب} = \frac{م-ك}{ك}$ تناسبنده هرخرج صورتنه علاوه اولندقده
 $\frac{ج}{ب} = \frac{ج}{ب} = \frac{ج}{ك} = \frac{ج}{ب+ج}$ اولهرق مطلوب ثابت اولور.

۹۴ — نتیجه — جهتلر عینی اولسی حالنده کی کبی هر بر
 قوتک دیگر ایکسینک نقطه تطبیقاری یینسند کی مسافیه نسبتی
 ثابت اولور.

فی الحقیقه $\frac{ج}{ب} = \frac{ج}{ب}$ و $\frac{ج}{ب} = \frac{م-ك}{ك} = \frac{ج}{ب}$ مساواتندن
 $\frac{ج}{ب} = \frac{ج}{ب} = \frac{ج}{ب}$ اولغله بورادن $\frac{ج}{ب} = \frac{ج}{ب} = \frac{ج}{ب}$
 اولش اولور.

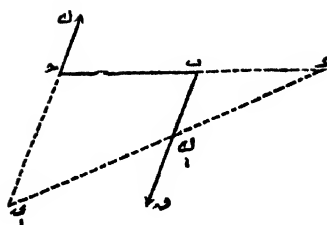
۹۵ — متزاجتین . استقامت اوزره یکدیگرینه مقابل
 اولماق اوزره جهتلری معکوس ایکی موازی و مساوی
 قوته — متزاجتین — تسمیه اولنور. (شکل ۵۵) اشو ایکی
 قوتک (§ ۹۳) حاصله لری تحری اولندقده $س = ج - ك$

(شکل ۵۵)



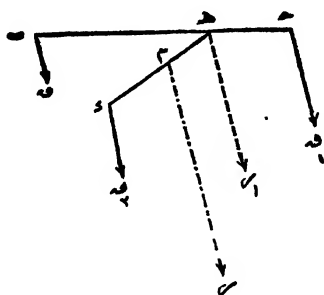
$س = ج - ج = ۰$ اولوب $و = ك - ك = ۰$ اولدیفندن $س = ۰$
 $و = ۰$ اولهرق بوايکی قوتک حاصله لری صفر ونقطه تطبیق
 نامتاهیده بولنور. بو صورتده بر متزاجتین قوتلرلر حاصله لری

(شکل ۵۷)



۹۷ — • هر قنی بر عده قوای متوازیه بی ترکیب ایتک — •
قوای متوازیه متعدده نك حاصله سی استحصال ایتک ایچون
(شکل ۵۸) بوقوتلردن ایکسی منلا ه و قوتلری ترکیب
اوله رق هر حاصله سی بولندقدنصره بونك ایله قوتی ترکیب
و هر حاصله سی تعیین اوله رق بو حاصله ایله دخی قوتی

(شکل ۵۸)

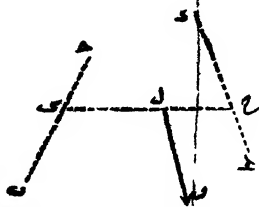


ترکیب و بوجهله دوام اولنور . ویریلان قوتلردن بعضیلرینک
جهتلری مخالف اولدینی حالده اولایر وبعده دیگر جهته کی

بولنديفندن نه قوتی (§ ۹۱) عینی جهته ب و ل نقطه لینه تطبیق اولنان (و ۱ + ث = ه و $\frac{1}{ل} = \frac{ث}{ب}$ مناسبترینی حاصل ایدن ایکی ۱ و ث قوتلرینه تحلیل اولنه یلور . ث قوتی دخی کذاک د و ح نقطه لینه تطبیق اولنق اوزره ایکی قوته تحلیل ایده لم ل نقطه سی د ح خطنک استقامتی اوزرنده بولنديفندن ایکی ۱ و ۲ مرکب لری نه کجهتری مخالف اولوب مقدار لری ایسه ۱ — ۲ = ث و $\frac{1}{ل} = \frac{2}{ب}$ مناسبترینی تعیین اولنورل اشته بوسورتده مطلوب اولان اوج ۱، ۲، ۳ مرکب لری استحصالی اولنور .

۱۰۰ — تنیه — . بر قوتک نقطه تطبیق لری اعطا اولنان اوجدن زیاده موازی مرکب لره تحلیلی نامتناهی صورتده اجرا اولنه یلور فی الحقیقه : (شکل ۶۱) اوج مرکبک نقطه تطبیقی (ب، ح، د) و دردنچی مرکب ایله و قوتنک استقامت لری نه ب، ح، د مستوی سیله تلاق ایتدک لری نقطه لر

(شکل ۶۱)



ه و ل اولسه د اوزرنده کیف ما اتفق بر ح نقطه سی اخذ اولنورق نه قوتی (۹۹) ب، ح، د نقطه لینه تطبیق اولنان اوج مرکب تحلیل ویمده ح قوتی د و ه نقطه لینه تطبیق اولنان دیگر ایکی قوته تحلیل اولندقد ه قوتی (ب، ح، د، ه) نقطه لینه تطبیق اولنان درت فوته تحلیل اولنمش اولور . انجق ح نقطه سی د ه استقامتی اوزرنده کیف ما اتفق بر نقطه اولنديفندن مسئله نک نامتناهی حلی بولنمش اولور .

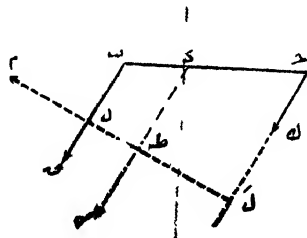
§ ۲ قوای متوازیه نك آنلری

بر نقطه یه نسبتله آن

ملاحظه اولنان قوای متوازیه نك كافه سی بر مستویده بولندی
زمان بومستویك بر نقطه سته نسبتله آنلری اخذ اولنه بیلوب
« وارینیون » ك دعواسی قابل تطبیق اولور .

۱۰۱ — . دعوی . ایکی موازی قوتك مستویسنده آنان هر قنی
بر نقطه یه نسبتله آنلرینك مجموع جبریسی حاصله لرینك آننه مساویدر .
(شكل ۶۲) و و ك قوتلرېك حاصله لری سر اولسه م مرکز
آنندن قوتلر ك استقامت لرینه م ل م ل م ط عمودلری تنزیل و مانوله

(شكل ۶۲)



قوللری ل ل و ط ایله اشعار اولندقدہ سر ط = و ل + ك ل
اولور .

فی الحقیقه ب ل و ط و ل موازیلرندن ل ط = ب ج اولوب
لكن (§ ۹۱) ب ج = ك اولدیغندن ل ط = ك اولور ایمدی
ل ط = ط — ل و ط ل = ل — ط اولدیغندن .

$\frac{ط}{ط} = \frac{ك}{ك}$ اولوب بورادن $ط - ط = ط - ط = ط - ط$ $ك - ك = ك - ك = ك - ك$ $ط (ط + ك) = ك (ك + ط)$ $ط + ط = ط + ط$ $ط + ط = ط + ط$ $ط + ط = ط + ط$ اولمش اولور. اكر قوتلرك حتهلری مخالف وبالفرض $ط$ قوتی $ك$ دن دها بیوك اولسه $ط - ط = ط - ط = ط - ط$ $ك - ك = ك - ك = ك - ك$ استحصال اولنور.

اكر $ط$ نقطهسی قوتلرك آره سنده ایسه بونلردن برینك آنلرك اشارتی دیکرلرینك عکسی اولور. اكر $ط$ نقطهسی حاصله نك اوزرنده ایسه حاصله نك آنی صفر اولوب بوصورته مرکبلرك آلری بر برینه مساوی و اشارتلی مخالف اولور.

حاله عمومی — (§ ۸۱) ده بیان اولندینی وجهته عمل اولنورق بودعوا هر قننی بر عددده قوای متوازییه دخی تطبیق اولنوبیلوب بوجهله $ط = ط$ $ط = ط$ اولمش اولور.

قوای متوازییه ایچون اکثریتله بر مستوییه نسبتله آن دخی استعمال اولنوب بو حالده قوتلرك بر مستویده بولملری مقتضی دکلدر.

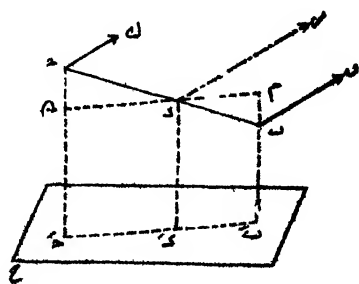
۱۰۲ — . تعریف . بر قوتك كندیسه موازی بر مستوییه نسبتله آنی قوتك شدتنك نقطه تطبیقیله بومستوی یئینده کی بعده حاصل ضربندن عبارتدر . تطبیقاتده قوای متوازیه نك آنلرینك نسبت ایدلیدیکی مستوییه قوتلری موازی قیلمغه لزوم یوقدر زیرا قوتلرك نقطه تطبیقلری و مستوی مذکور ثابت قالمق اوزره قوتلر اشبو نقطه لر اطرافیده دوران ایتسلر آنلری تحویل ایتمز .

بر جهته بولنان قوتلر و دیکر جهته کیر منفر که ملاحظه

اولنوب نقطه تطبیق قوتك دخی مستویك بر ویاخود دیگر جهتند
بولملرینه نظر بر مستوی به اولان بعدلری مثبت ویا منفی
اولور. اشته بر قوتك آتی تشکیل ایدن مضروبلك اشارتلی
بر برینه مساوی ویا مخالف اولدیغه نظر آ بو آن مثبت ویا منفی
اولش اولور.

۱۰۳ — دعوی . کیف ما اتفاق بر طاقم قوای متوازیه نك
حاصله لرینك بر مستوی به سبتله آتی قوای مدكور نك
بومستوی به سبتله اولان آنلری مجموع جبر یسه مساویدر .
(۱) ° حال . قوتلرك جهتلی بر برینك عیب ایسه — .
(شکل ۶۳) و و ك ایکی قوت و سر بولرك حاصله لری .
وح آن مستویسی اواسه ب ك , ح ح , و ك بعدلری ل ل

(شکل ۶۳)



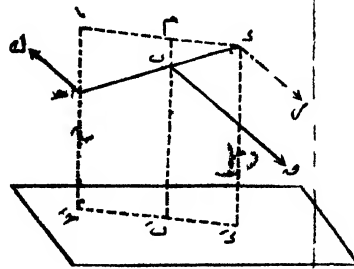
ط ایله اشعار اولدقدده ط سر = ل + ك ل اولور زیرا
حاصله نك و نقطه تطبیقندن ب ح نه موازی م خطی

رسم اولدوقده $\frac{ب}{م}$ و $\frac{ه}{د}$ مشابه مثلثلارندن $\frac{ب}{م} = \frac{ه}{د} = \frac{ك}{ج}$ اولوب لكی $\frac{ب}{م} = \frac{ك}{ج}$ اولديغندن $\frac{ك}{ج} = \frac{ب}{م}$ اولور .

بوندنبيشقه $\frac{ب}{م} = \frac{ط}{ل}$ و $\frac{ه}{د} = \frac{ل}{ط}$ اولديغندن $\frac{ب}{م} = \frac{ط}{ل} = \frac{ه}{د}$ اوله رقی بوسیدن $\frac{ب}{م} = \frac{ط}{ل} = \frac{ه}{د}$ اولور .
 $\frac{ب}{م} = \frac{ط}{ل} = \frac{ه}{د}$ اولور .

(۲)° حال — قوتلرک جهتلى مخالف ایسه . (شکل ۶۴)
 مثلاً $\frac{ب}{م}$ قوتى $\frac{ه}{د}$ و $\frac{ج}{د}$ قوتلرينه مخالف جهتده ایسه $\frac{ب}{م}$ قوتنك

(شکل ۶۴)

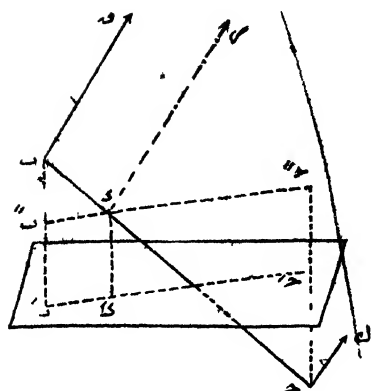


آنی دیگر ایکی قوتك آملریله مخالف اشارتده اولوب و بوجهته
 $\frac{ب}{م} = \frac{ط}{ل} = \frac{ه}{د}$ اولديغنى اثبات ایتك لازمکلور .

فی الحقیقه : $\frac{ب}{م} = \frac{ه}{د}$ و $\frac{ج}{د} = \frac{ل}{ط}$ مثلثلرينك مشابهتندن $\frac{ب}{م} = \frac{ه}{د} = \frac{ج}{د} = \frac{ل}{ط}$ اولديغندن $\frac{ب}{م} = \frac{ط}{ل} = \frac{ه}{د}$ اولور .
 $\frac{ب}{م} = \frac{ط}{ل} = \frac{ه}{د}$ اولور .

(۳) حال — قوتلر مستوینك برودیکر جهتده ایسه لر .
 (شکل ۶۵) $\frac{ب}{م}$ نقطه سندن $\frac{ه}{د}$ نه مواری $\frac{ج}{د}$ خطی رسم

(شکل ۶۵)



اولدقده Δ عمودی $د$ و $ب$ عمودلرینه نسبتله مخالف
اشارتی حاضرن اولدیغندن $ك$ قوتك Δ منفی اولوب و بو جهته
ط $س = ل - ك$ بولغی لازمه

$\frac{د}{ل} = \frac{ب}{س} = \frac{ج}{س}$ مثلثلریك مه

اولوب یاخود $\frac{د}{ل} = \frac{ط + ل}{ط} :: \frac{د}{ل} = ك + ط$ $ك = ل - ط$
ط $س = ل - ط$ اولمش اولور .

(§ ۸۱) ماده سنه توفیقاً باسهوله وارینیونك دعواسنك هر قتی
بر عددده قوای متواریه نك پرمستویه نسبتله آنه قایل تطبیق
اولدیغی اکلایشیله بیلور .

۱۰۴ — مسئله — قوای متواریه متعصده نك مرکزنی بولی
بر طاقم قوای متواریه نك مرکزنی بولی بو نقطه نك اوج قائم $د$ و $ب$
مستوی سنه $ا$ لاسط $د$ و $ط$ بملتری معصبات اولور قوای متواریه
و بونرك نقطه تطبیقلریدن آنرك ایتد اولدیغی $ج$

۱۰۶ — وزن . ثقلتك برجسمه اولان تأثيراتنك حاصله سنه
بوجسمك وزنى تسميه اولنور .

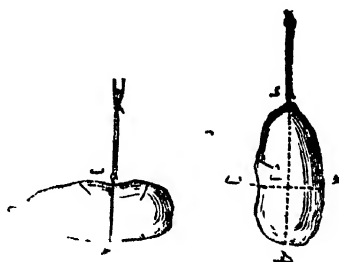
برجسمك وزنى مركز ثقلته تطبيق اولنش شاقولى برقوتدن
عبارتدر .

برجسمك هر قنفي مقدارده مساوى حجملى مساوى وزنده
بولنور لر ايسه بوجسمه « متجانس » تسميه اولنور مركز ثقلته
متعلق مواد آتیهده جسملر متجانس فرض اولنمشدر لر .

۱۰۷ — هر نه زمان برجسم مركز ثقلتن طوتيلور ايسه
وضعيتى نه اولور ايسه اولسون ثقلتك تحت تأثيرنده بوجسم
موازننده قالور . — بعض دفعه مثلا بر حلقهده اولدينى كې
مركز ثقلت جسمدن خارج اولوب غير متحول صورتده جسمه
مربوط بولندينى فرض اولنور .

مركز ثقلتك بالتجربه تعيينى — (شكل ۶۶) مركز ثقلى
بولنه جق جسم بر ب نقطه سندن تعلیق اولنور ايسه جسم مذکور

(شكل ۶۶)



سکونده و موازننده بولندینی جهته مرکز ثقلت \mathcal{H} شاقولی اوزرنده بولنور . دیگر بر \mathcal{E} نقطه سندن دخی تعلیق اولندقدہ مرکز ثقلت \mathcal{H} شاقولی اوزرنده دخی بولندیفندن بونلرک \mathcal{H} تلاقی نقطه لری « مرکز ثقلت » دن عبارت بولنمش اولور .

کذلک جسم بر منشور مثلثینک (شکل ۶۷) بر ضلع مجسمی اوزرینه دخی وضع اولنهرق موازنه احداث ایدلده مرکز ثقلت

(شکل ۶۷)



اشبو ضلع مجسمدن مرور ایدن مستویء شاقولی دروننده واقع اولور . اگر جسمک شکلنک بر محوری موحود ایسه یالکز بر عملیات کفایت ایدوب اگر جسم کیف ما اتفاق ایسه اوج عملیات اجرایی اقتضا ایدر اجسام متجانسه کبی اجسام غیر متجانسه نک دخی بوجهله بالتجربه مرکز ثقلنری تعیین اولنہ بیلور .

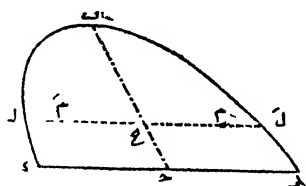
۱۰۸ — سطوح و خطوطک مرکز ثقلتی — . خط وسط حلقه مادی اولدقلرندن ثقلنک تحت تأثیرنده بولنمز لر ایسه ده نظری اوله رق بونلرک وزنلری وار کبی ملاحظه اولنہ رق مرکز ثقلنری تحری اولنہ بیلور . هر نه زمان بر جسم صلب مثلاً بر کاغذ طبقه سی و یا تنکه پارچه سی کبی غایت اینجه اولور ایسه جسمک

مرکز ثقلی حس اولئیه جق درجده سطحك مركز ثقلته
منطبق بولنور .

۱۰۹ — . مركز ثقلت تحریسنه دائر قواعد .

(۱)° — . اكر بر سطح مستویك مستقیم بر قطری (ب) موجود
ایسه مركز ثقلی بوقطر اوزرنده واقع اولور . (شكل ۶۸)
اكر ب خطی هه یه موازی وترلر ایچون بر قطردن عبارت

(شكل ۶۸)



ایسه خط مذکور اوزرنده كافه وترلك منتصف نقطه لری
بولنوب وقطرلك بر طرفدن هر قنئی بر م نقطه سی آلنسه دیگر
طرفنده م ح = م ح اوله جق وجهاله بر م نقطه سی موجود
بولنور .

(ب) بر مستوی و یا سطحك هر قنئی بر استقامته موازی كافه وترلری
تصیف ایدن خط مستقیم و یا مستوی به بومستوی و یا سطحك « قطر مستیمی »
و یا خود (مستوی قطریسی) تسمیه اولنور . ایکی مساوی قسسه تقسیم
ایندیکی وترله عمود واقع اولان قطر مستقیم و یا مستوی قطری به
« محور » و یا « مستوی تناظر » دینور .

م و م جزؤ فردلرینك وزنلری بربرینه مساوی بولندیغندن حاصله لرینك نقطه تطبیق قطر اوزرنده كائن ح نقطه سی اولمش اولور .

سطحك كافه نقطه لری بوجهله ايكيشر ايكيشر آله رق ب ح اوزرنده بر نقطه یه تطبیق اولنق اوزره برر حاصله جزئیه اعطا ایتدكلرندن بوصورتنده مجموع حاصله نك نقطه تطبیق یعنی جسمك مركز ثقلتی دخی ب ح خطی اوزرنده واقع اولمش اولور

(۲)° — . اكر بر سطح ویا جسمك بر مستوی قطریسی موجود ایسه مركز ثقلتی بومستوی اوزرنده بولنور . (عینی اثبات)

(۳)° — . اكر بر مستوی ویا محور تناظر موجود ایسه مركز ثقلت اشبو مستوی ویا محور اوزرنده واقع اولور .

(۴)° — . اكر جسمك (هندسه ده بیان اولندیغی وجهله) بر مركز شكلیسی وارا ایسه مركز ثقات اشبو مركز شكلدن عبارت بولنور چونكه شكلك كافه قطر لری بونقطه ده تلاق ایدرلر .

(۵)° — . هر نه زمان بر جسم مركز ثقلتلری بر خط مستقیم ویا بر مستوی دروننده بولنه جق صورتنده اقسام متعدده یه تحلیل اولنه بیلور ایسه جسمك مركز ثقلتی بوخط ویا مستوی اوزرنده بولنور .

۱۱۰ — . نتایج — (۱)° بر خط مستقیمك مركز ثقلتی

(§ ۱۰۹ ، ؟) كندی منتصف نقطه سنده ، بر شكل منتظم

محیطنك وبردائرة نك بر قطع ناقصك مركز ثقلتلری كندی .

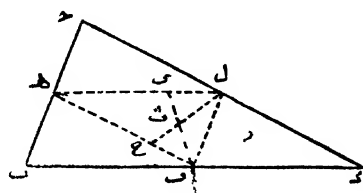
مرکز لرنده بر متوازی الاضلاع محیطک مرکز ثقلی قطر لرینک تلاقی نقطه سنده واقع اولور .

- (۲)° بر ذو کثیر الاضلاع منتظمک ، بردائرئک بر قطع ناقص و کره و قطع ناقص مجسم دورانی و متوازی السطوح سطح لرینک مرکز ثقلی (§ ۱۰۹ ، ؟) کندی مرکز لرندن عبارت بولنور .
- (۳)° کره ، قطع ناقص مجسم دورانی ، متوازی السطوح حجمک مرکز ثقلیری (§ ۱۰۹ ، ؟) کندی مرکز لرندن عبارت اولور .
- (۴)° هر قننی بر جسم دورانیک حجم و یا سطحک مرکز ثقلی (§ ۱۰۹ ، ؟) کندی محوری اوزرنده بولنور .

خطوطک مرکز ثقلیری

۱۱۱ — بر مثلث محیطک مرکز ثقلی — اضلاع مثلثک منتصف نقطه لری ینلرینی وصل ایله تشکیل اولنان مثلثک زوایای ثلثه سی خط ناصفرینک نقطه تلاقیسندن عبارتدر . (شکل ۶۹) ب ۶۷ مثلثک اوچ ضلعندن هر برینک مرکز ثقلی کندی وسطنده بولنوب بصورتده اوچ ه ، و ، ل منتصف

(شکل ۶۹)



نقطه لرینه تطبیق اولنان اضلاع ثلثه نك طولیه متناسب بولنان
اوج قوتك تركیبی اقتضا ایدر .

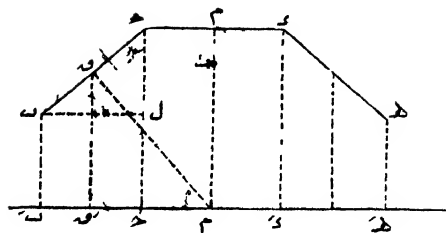
ه و ف قوتلرینك حاصله لرینك نقطه تطبیقی ح اولسه (§ ۹۱)
 $\frac{H}{C} = \frac{F}{C}$ اولوب لكن $B = S = ۲$ ه ل و $B = ۲$ و ل
 اولدیغندن $\frac{H}{C} = \frac{F}{C}$ وبوسیله $\frac{H}{C} = \frac{F}{C}$ اولغله (هندسه ده
 کوردلیکی اوزره) ل ح خطی ه ل و زاویه سنك خط ناصفندن
 عبارت بولنور . مرکز ثقلت مطلوبی استحصال ایتك ایچون
 ه و ف قوتلرینك حاصله سی اولان ح قوتنی اوچنچی ل قوتیه
 ترکیب ایتك اقتضا ایتدیگندن نقطه مذکور ل ح خطی اوزرنده
 واقع اولور . عینی وجهله مرکز ثقلت نقطه سنك دیگر بر خط
 ناصف مثلاً و ی اوزرنده دخی بولدینی ارئه اولنه بیله جکندن
 بوصورته ه ل و مثلثك زوایای ثلثه سی خط ناصفلرینك ث
 نقطه تلاقیلرندن عبارت اولوب مطلوب حاصل اولور .

۱۱۲ — ذو کثیر الاضلاع منتظم خطنك مرکز ثقتی . خط
 مذکور مرکزی بوخطك وسطنه وصل ایدن خطك اوزرنده
 و مرکزدن اعتباراً اشبو خط ووتری و مرکزدن برضلعی اوزرینه
 تنزیل اولنان عمودك رابع متناسبندن عبارت بر بعدده بولنور .

(شکل ۷۰) نقطه مطلوبه اول (§ ۱۰۹ ، ۲) م م محور
 تناظری اوزرنده بوانور مرکز ثقلت نقطه سی ث و مجهول اولان
 م ث مسافه سی س ایله اشعار اولنه رق ذو کثیر الاضلاع
 ضلعلری و زنلرینك م نقطه سندن م م نه عمود بر مستوی یه
 نسبتله آنلری اخذ و ذو کثیر الاضلاع محیطی یعنی ضلعلری مجموعی

سرشاری اندیشه
افسوس

(شکل ۷۰)



ل ایله اشعار اولندقدہ (۱۰۳ §)

$$\text{ل س} = \text{ب ج د ه و} \times \text{ا ب ج د ه} + \text{و د ج ه م} \times \text{م} + \dots$$

حاصل اولوب لکن که م و ب ج ل مثلثینک مشابهندن
 $\frac{\text{ب ج}}{\text{د ه}} = \frac{\text{ب ج د ه}}{\text{ب ج د ه}} \times \text{و د ج ه م} = \text{ب ج د ه} \times \text{م}$ و یا خود
 ذوکثیر الاضلاعک مرکزندن برضلعی اوزرینه تنزیل اولنان
 عمود سر ایله اشعار اولنه رق ب ج د ه و م = م ر ج ک
 اولوب عینی وجهله ج د ه م م = م ر ج ک بولسوب
 بوصورتنده ل س = م (ج ک + د ه + و) = م ر ج ک ه
 ک ه وتری ایله اشعار اولنه رق س = $\frac{\text{ب ج د ه}}{\text{ل}}$ اولوب مطلوب
 ثابت اولور .

۱۱۳ - برداژه قوسنک مرکز ثقلتی - قوس مذکورک
 وسطندن مرور ایدن نصف قطر اوزرنده و مرکزندن نصف قطر
 وتر وقوسک طولنک رابع متناسبندن عبارت بر بعدده بولنور .
 فی الحقیقه بر قوس ضلعلرینک عددی نامتناهی تراید ایدن بر
 ذوکثیر الاضلاعک ضلعلرینک غایتی کی ملاحظه اولنور . بوحالده

مرکز د ذو کثیر الاضلاعک ضلعنندن بری اوزرینه نازل اولان
عمود نصف قطردن عبارت اولوب (§ ۱۱۲) ده بولسان

$$\text{دستور دخی س} = \frac{\text{نصف قطر} \times \text{وتر}}{\text{قوس}} = \frac{r \times s}{l} \quad \text{شکلنی}$$

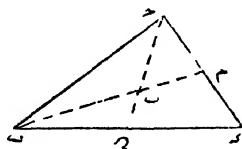
اخذ ایدر. قوس نصف محیط دائره دن عبارت ایسه س
$$\frac{r \times r}{r \pi} = \frac{r^2}{r \pi} = \frac{r^2}{\pi} \quad \text{اولور.}$$

• سطوحک مرکز ثقلت

۱۱۴ — بر مثلث سطحک مرکز ثقلتی — هر ضلعک
منتصف نقطه لرینی مقابل رأسله وصل ایدن خطلرک نقطه
تلاقیلرندن عبارتدر.

(شکل ۷۱) ح نقطه سنی ب و ضلعک و وسطنه وصل ایدن
ح خطی ب و ضلعنه موازی کافه وترلری تنصیف
ایلدیکندن (§ ۱۰۹، ۹۰) مرکز ثقلت بو خط اوزرنده بولنور

(شکل ۷۱)

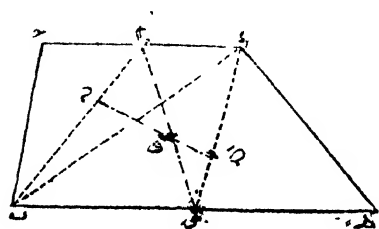


عینی وجهله ب م ضلعی اوزرنده دخی بولنه جفندن بو جهته
رأسلردن مرور واضلاع مثانی تنصیف ایدن بو خطلرک ث نقطه
تلاقیلرنده یعنی (هندسه ده معلوم اولدینی وجهله) رأسدن
اعتباراً هر قننی برینک ۲ قسمنده بولنش اولور.

۱۱۵ — شبه منحرفك مركز ثقلتي .

(شكل ۷۲) قاعده لرك وسطايرني وصل ايدن م ه خطي
ب ه يه موازي وترلك قطري اولوب (§ ۱۰۹ ، ۰) مركز

(شكل ۷۲)



ثقلت بوخط اوزرنده بولنور اكر ب ه د ، ب ه ه مثلثرينك
مركز ثقلتري ه ، كه نقطه لرندن عبارت ايسه مركز ثقلت
(§ ۱۰۹ ، ۰) ه كه خطي اوزرنده دخی بولمغله بولنرك ث
نقطه تلاقيسي شبه منحرفك مركز ثقلتدن عبارت اولش اولور .

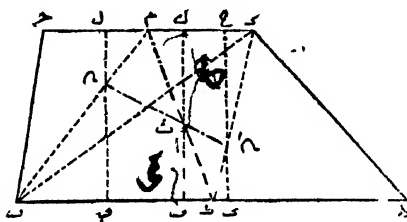
۱۱۶ — ث نقطه سنك م ه خطني نه نسبتده تقسيم ايتديكني
تجری ایده لم :

(شكل ۷۳) ث نقطه سنك ب ه و د قاعده لرينه اولان

مسافه سي س و ع ايله اشعار اولندقده $\frac{س}{ع} = \frac{ث}{م}$ اولور .
ه و كه قوتلرينك و ث حاصله سنك ب ه دن مرور وشكلك
مستويينه عمود بر مستوي يه نسبتله آنلري اخذ و ب ه = د
د = ح ، ك ف = ط وشبه منحرف ح ايله اشعار اولندقده

ح س = ب ه × ه د + ب ح × ح د :: ح س = $\frac{ح ط}{۴} \times \frac{ط}{۴} + \frac{ط}{۴} \times \frac{ح ط}{۴} = \frac{ط^2}{۱۶} (۲ + ۲) = \frac{ط^2}{۴}$ اولور .
 ح د خطندن مرور وشكلك مستویسنه عمود بر مستویه نسبتله

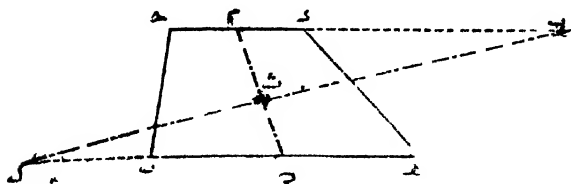
(شکل ۷۳)



آنراخذ اوله رق ح ع = ب ح × ح د + ب ه × ه د :: ح ع = $\frac{ط}{۴} \times \frac{ح ط}{۴} + \frac{ط}{۴} \times \frac{ح ط}{۴} = \frac{ط^2}{۱۶} (۲ + ۲) = \frac{ط^2}{۴}$ اولمغه ۱ و ۲ مناسبتلری یکدیگریله تقسیم اوله رق $\frac{ط}{ع}$ یاخود $\frac{ط}{ث} = \frac{ط^2 + ط}{ط^2 + ط}$ اولمش اولور .

۱۱۷ — اشبو دستور اعانه سیله شبه منحرفك مركز ثقلی ترسیماً بالسوهله تعیین اوله بیلور (شکل ۷۴) هر قاعده دیگرینه

(شکل ۷۴)



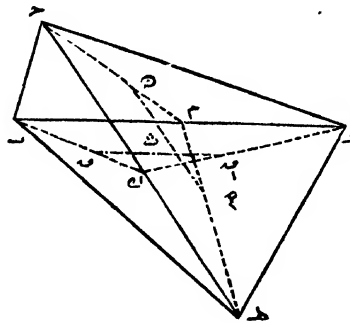
مساوی مقدارده استقامت اوزره تمديد وحاصل اولان ل و ف نقطه لری وصل اولندقدده خط واصلک م ه خطيله ث نقطه تلاقیسی شبه منحرفک مرکز ثقلتندن عبارت بولنمش اولور .

فی الحقیقه ث ه ل و ث م و مثلثلرینک مشابهنندن ث م $\frac{7}{7} = \frac{7}{7}$

مناسبتی حاصل اولور . $\frac{7}{7} = \frac{7}{7}$

۱۱۸ — ۰ هر قننی بر ذواربۀ الاضلاعک مرکز ثقلنی (شکل ۷۰) ب س قطری ذواربۀ الاضلاعی مرکز ثقلتری ه و ۱ نقطه لرندن عبارت اولان ایکی مثلثه تقسیم ایدوب ذواربۀ الاضلاعک مرکز

(شکل ۷۰)

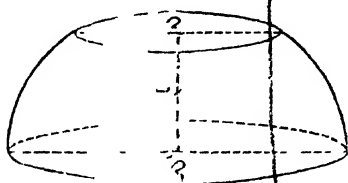


ثقلنی (§ ۱۰۹، ۰) ه ۱ خطی اوزرنده بولنور . عینی وجهله ه ه قطری ذواربۀ الاضلاعی مرکز ثقلتری ه و ۱ نقطه لرندن عبارت دیگر ایکی مثلثه تفريق ایدوب ذواربۀ الاضلاعک مرکز ثقلنی کذلک ه ۱ خطی اوزرنده دخی بولنمله بوایکی خطک ث نقطه تلاقیلری مرکز ثقلت مطلوبدن عبارت اولمش اولور .

۱۱۹ — ۰ هر قننی بر ذوکثیر الاضلاعک مرکز ثقلنی .

۱۲۱ — بر منطقه کره نك مركز ثقلی — قاعده لرینك مركز لرینی وصل ایدن خطك منتصف نقطه سندن عبارت بولنور . فی الحقیقه (شكل ۷۷) ۱۵ خلی شكلك محوری اولدیفندن منطقه نك مركز ثقلی بوخط اوزرنده

(شكل ۷۷)



بولنور . اكر قاعده لره موازی ابعاد مساویه ده بر طاقم مستویل امرار اولنور ایسه مركز ثقلتری ۱۵ ۱۵ اوزرنده بولنان معادل بر طاقم منطقه لر استحصال اولنور . بومركز لرك كافه سنه مساوی قوتلر تطبیق اولمش اولوب مستویل بیننده کی مسافه اته اولور ایسه اولسون ینه بووجهله بولندیفی جهته قوای مذکوره ۱۵ ۱۵ محوری اوزرینه منتظماً توزیع اولمش اوله رق حاصله لری دخی بومحورك ث منتصف نقطه سنه تطبیق اولنور . بوضورته نقطه مذکوره منطقه نك مركز ثقلندن عبارت بولمش اولور .

حجملرك مركز ثقلی

۱۲۲ — بر منشورك مركز ثقلی — قاعده لرینك مركز ثقلتری یینی وصل ایدن خطك منتصف نقطه سنده بولنور .

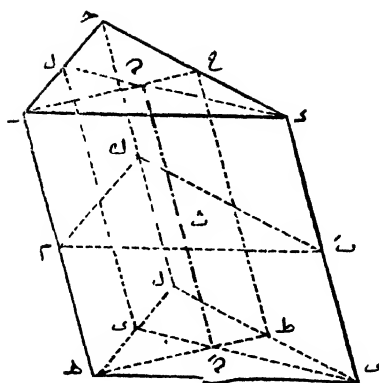
۱) — منشور مثلثی . (شكل ۷۸) و و و ل ضلع لرینك

ح و ط وسط لر یله ه دن مرور ایدن ح ط ه مستویسی

و ضلعنه نسبتله بر مستوی قطری اولمغله (§ ۱۰۹ , ۴) مركز

ثقل بومستوی اوزرنده بولنور .

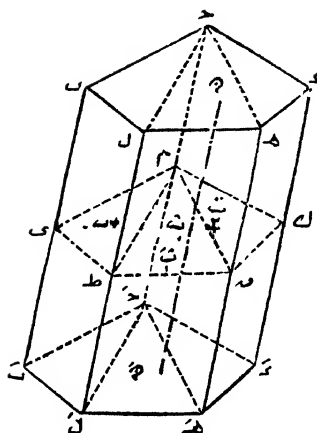
(شکل ۷۸)



عینی وجهه اولی و مستویسی اوزرنده دخی بولدیغندن
نقطه مذکوره اشبو مستویلرک ۵ که فصل مشترکری اوزرنده
بولور . ضلع مجسملرک وسطلرندن مرور ایدن م ک و مستویسی
بوضلعلره موازی خطلرایچون مستوی قطری اولدیغندن
بومستوینک (۵ که) فی قطع ایتدیکی ث نقطهسی یعنی ۵ که
خطنک منتصف نقطهسی منشورک مرکز ثقلندن عبارت
بولنش اولور .

(۲)° — . منشور کیف ماتفق فرض اولنهرق (شکل ۷۹)
برطاق منشور مثلثلره تقسیم اولندقدن بومنشور مثلثلرک ث ک پ
مرکز ثقلتری بوجه بالا ضلع مجسملرک وسطندن مرور ایدن
ی ک مستویسی اوزرنده واقع اولوب بونقطه لردن هربری
ی م ط و ط م و و م ک مثلثلرینک دخی مرکز ثقللرندن
عبارتدر .

(شکل ۷۹)



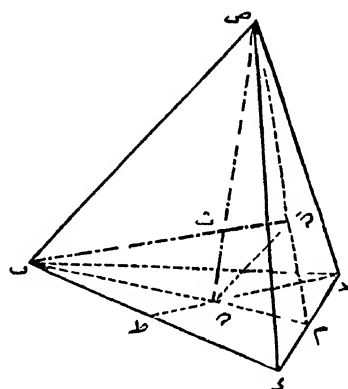
عینی ارتفاعده بولان منشور مثلثیلر قاعده لری نسبتنده اولدیفندن بومنشور مثلثیلرک وزنلری ی م ط و ط م و و م ک مثلثلرینک سطحلری نسبتنده بولمغله ک_۱، ک_۲ قوتلرینک حاصله لری ی م ک و ط ذو کثیر الاضلاعنک ث مرکز ثقلته تطبیق اولنش بولور ث نقطه سی منشورک قاعدلرینک مرکز ثقلتلرینی بر برینه وصل ایدن ه که خطک منتصف نقطه سندن عبارت بولدیغندن مطلوب ثابت اولمش اولور . اسطوانه و جهلری نامتاهی عددده بر منشور کی ملاحظه اولنه بیلدیگندن « بر اسطوانه نک مرکز ثقلتی قاعده لرینک مرکز ثقلتلرینی وصل ایدن خطک منتصف نقطه سندن » عبارت بولنش اولور .

۱۲۳ — . براهرامک مرکز ثقلتی — رأسیله قاعده سی مرکز

ثقلتی یئنی وصل ایدن خطك اوزرنده وراسدن اعتباراً اشبوخطك
قسمنده بولنور .

(۱) ° اهرام مثالی — (شکل ۸۰) (ح د) ك وسطندن مرور
ایدن ص م ب مستویسه ص ح ط دستویسی برر مستوی

(شکل ۸۰)



قطری اولدقلرنندن مرکز مطلوب بولنرك ص ه فصل مشترکری
اوزرنده بولنورکه بوخط ب ح د وجهنك ه مرکز ثقلتی ص
رأسنه وصل ایدر عینی وجهله مرکز ثقلت ب رأسنی ح د ص
وجهنك مرکز ثقلته وصل ایدن ب که خطی اوزرنده دخی
بولنمغه ب ص م مستویسی دروننده کائن اولان اشبو ایکی ص ه
و ب که خطلرینك ث نقطه تلاقیسی مرکز ثقلت مطلوبدن
عبارت اولور .

امدی ه ث که و ص ث ب مشابه مثلثلرنندن $\frac{ه ث}{ب ص} = \frac{ه ث}{ص ث}$

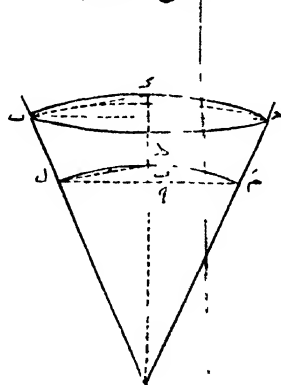
اولوب ۵ کدم و ب ص م مثلثزینک مشابهنندن دخی
 $\frac{۵}{ب ص} = \frac{۴}{ب ۵}$ اولور. لکن (§ ۱۱۴) $\frac{۴}{ب ۵} = \frac{۱}{۳}$ اولدیفندن
 $\frac{۵}{ث ص} = \frac{۱}{۳}$ و بوجهله $\frac{۵}{ث ص} = \frac{۱}{۴}$ یاخود $\frac{۳}{۴} = \frac{ص}{۵}$ اولوب
 مطلوب ثابت اولور.

(۲) اهرام کیف ما اتفاق ایسه عینله (§ ۱۲۲) ده اولدینی
 وجهله اثبات اولنور.

۱۲۴ — ۰ برقطاع کره تک مرکز ثقلتی .

(شکل ۸۱) قطاع مذکوره رأسری م و ارتفاعری نصف
 قطردن عبارت اولوق اوزاره مساوی و نامتناهی عددده برطاقم

(شکل ۸۱)



اهراملردن مرکب کی نظر اوله بیلوب بو اهراملرک مرکز
 ثقلتری (§ ۱۲۳) مرکزدن اعتباراً نصف قطرک ۲ قسمده

بولندقلرندن م ل = م ب نصف قطریله مرسوم منطقه اوزرینه
منتظماً توزیع اولمش بولورلر بوصورته مرکز ثقلت مطلوب
بومنطقه نك مرکز ثقلندن یعنی (§ ۱۲۱) ه ح ارتفاعنك ث
منتصف نقطه سندن عبارت بولمغله م ث بعدینی تعیین ایتك اقتضا
ایدز. م ث = م ه — ه ث = م ر — ر ه ح اولوب ب و
ول ه وصل اولندقه م ح = م ل = م ک = م ل = م ک اولدیغندن
قطاع دائره نك قاعده سی اولان منطقه نك ول ارتفاعی ح
ایله اشعار اولسه رق ه ح = ر ح اولور. بوصورته م ث
= م ر — ر ح یاخود م ل = (ر ح — ح) اولمش اولور.
بر نصف کره نك مرکز ثقلی ایچون ح = ر اولدیغندن
م ث = م ر اولمش اولور. $\frac{R}{2}$

— غیرى موازى قوتلر —

§ ۱. بر جسم صلبه تطبیق اولنان قوای متعدده نك
تقلیل ویا ترکیبی

۱۲۵ — . دعوی. بر جسم صلبه تطبیق اولنان کافه
قوتلر یرینه بری کیف ماتفق بر نقطه دن کجک اوزر ایکی
قوت وضع واقامه اوله بیلور.

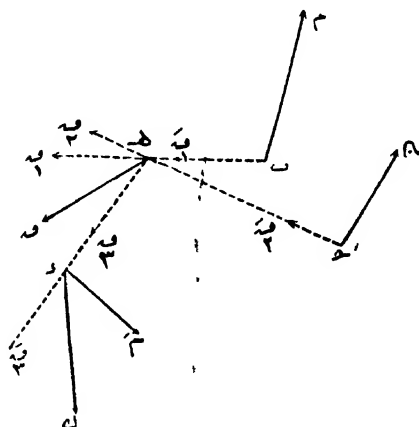
ایهونی اثبات ایتك ایچون (۱)° بر جسم صلبه تطبیق اولنان قوای

مختلفه نك استنلديكى كې انتخاب اولنان اوج نقطه دن مروو ايتمك اوزره اوج قوته ارجاع اولنه بيلديكى (۲)° اشبو اوج قوتك يرينه يالكز ايكي قوتك وضع واقامه اولنه بيله جكي بروجه آتى اثبات اولنور .

۱۲۶ — (۱)° — . بر جسم صلبه تطبيق اولنان كافه قوتلر استنلديكى كې انتخاب اولنان اوج نقطه دن مرور ايتمك اوزره اوج قوته تقييل اولنه بيلورلر .

(شكل ۸۲) بر خط مستقيم اوزرنده بولخامق اوزره كيف مائفق انتخاب اولنان جسم صلبك اوج نقطه سى ب ، د و بو جسمك

(شكل ۸۲)



بر ه نقطه سنه تطبيق اولنان قوتلردن رى ه اولسه : ه

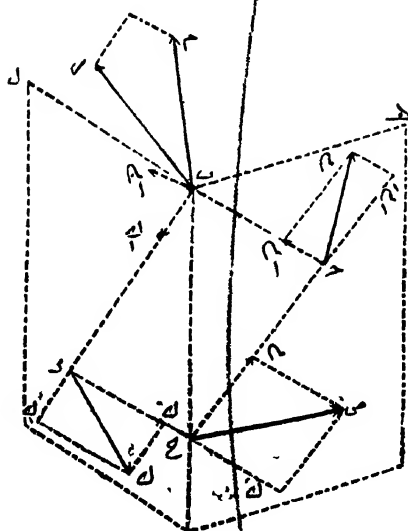
قوتی (§ ۷۷) ب ه ، ج ، ه ، استقامت لرنده ، قوتلرینه
 و جسم صلبه تطبیق اولان قوای سائره دخی عینی وجهله اوچر قوته
 تحلیل اولنور . استقامت لری ب نقطه سندن مرور ایدن کافه
 مرکب لر ب نقطه یه نقل اولنور ق بال ترکیب م مثللو بر حاصله اعطا
 ایدر لر استقامت لری ج و ب نقطه لرندن مرور ایدن مرکب لردخی
 ب نقطه لره نقل و ترکیب اولنور ق و ک حاصله لری بولنور
 ب صورتده جسم صلبه تطبیق اولان کافه قوتلر ب ، ج ، ه
 نقطه لرندن مرور ایدن اوچر قوته تقلیل اولنمش اولور لر .

۱۲۷ — ۰ (۲) قوای ثلثه دائما بری استندلیکی کبی انتخاب
 اولان بر نقطه دن کچمک اوزر م ایکی قوته ارجاع اولنوبیلور .

(شکل ۸۳) انتخاب اولان نقطه ب اولسه جسم صلبه تطبیق
 اولان کافه قوتلر یرینه وضع و اقامه اولنوبیلان م ، ه ، ک قوای
 ثلثه سنی ایکی یه تقلیل ایتک ایچون ب نقطه سیله ه استقامتدن
 بر ه مستویسی و کذا ب نقطه سیله ک استقامتدن ل
 مستویسی امرار اولنور ایسه بو ایکی مستوی یکدیگر نی هر قنی
 بر ب ح خطی استقامتده قطع ایدر لر بوفصل مشترک اوزرنده
 استندلیکی کبی بر ح نقطه سی انتخاب و ج ، ح ، د ، ح ، د
 خطلری وصل و ه قوتیه ج و ح خطلری بر مستوی
 اوزرنده بولندیغدن ه قوتی (§ ۷۷) و ه استقامت لری
 متوجه ایکی قوته وعینی وجهله ک دخی ک و ک قوتلرینه تحلیل
 اولنور . و ک مرکب لری ب نقطه سنه ه و ک دخی ح

نقطه سته نقل اولنه بیلوب ب نقطه سنده متقاطع اولان م، ق، و، ک
قوتلری ترکیب اولنه رق م حاصله سی تعیین وعینی وجهه ح

(شکل ۱۸۳)



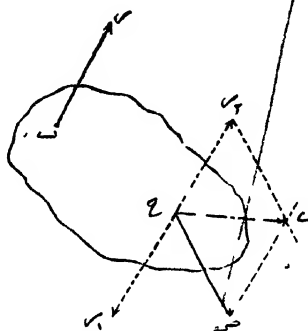
نقطه سنده متقاطع اولان ک، و، ق، قوتلری دخی بالترکیب ص
حاصله سی تعیین اولنور . بوضورته جسم صلبه تطبیق اولنان
کافه قوتلر بری استندلیکی کبی انتخاب اولنان ب نقطه سندن
مرور ایتمک اوزره یالکر ایکی م و ص قوتلرینه ارجاع اولنش
بولنورلر .

تنبیه — ه و ز نقطه لری استندلیکی کبی انتخاب اولنوب ح
دخی فصل مشترک اوزرنده کیف ما اتفاق برنقطه اولدیغندن
مسئله نك نامتناهی حلی بولنش اولور .

۱۲۸ — دعوی — بر جسم صلبه تطبیق اولنان کافئه قوتلر بر قوت ایله برمتزواجینه ارجاع اولنه بیلور .

مواد سابقه به نظر آجسم صلبه تطبیق اولنان قوتلر (شکل ۸۴) ب و ح نقطه لرینه تطبیق اولنش ایکی \mathcal{C} و \mathcal{S} قوتلرینه ارجاع اولنور ح

(شکل ۸۴)



نقطه سنده \mathcal{C} به مساوی و بر برینه مخالف ایکی قوت ملاحظه اولندقدمه : \mathcal{C} و \mathcal{S} قوتلرینک \mathcal{K} حاصله سی موجود اولوب \mathcal{C} و \mathcal{S} قوتلری ایسه برمتزواجین تشکیل ایدرلر . بوصورته جسم صلبه تطبیق اولنان قوتلر یالکز بر \mathcal{K} حاصله سیله برمتزواجینه ارجاع اولنش اولورلر .

۱۲۹ — بر جسم صلبه تطبیق اولنان قوتلرک یالکز بر حاصله لری اولقی ایچون لازمکلان شرائط — ۱ کر جسمه صلبه تطبیق اولنان کافئه قوتلرک ارجاع اولندقلری \mathcal{C} و \mathcal{S} قوتلری بر مستویده دکل ایسه لر . بوقوتلر یالکز بر حاصله به ارجاع اولنه مزملر . فی الحقیقه ایکی قوتک یالکز بر حاصله لری اوله ییلك ایچون برمتزواجین تشکیل ایتمک اوزره بوقوتلرک بر مستویده بولملری لازم و کافیدر .

چونکه : بوحالده قوتلر یاموازی ویا متقاطع اولدقلرندن یالکز بر قوتونه ترکیب اولنه بیلورلر .

§ ۲ جسم صلبك موازتي

سربست اولان جسم صلب

۱۳۰ - • بر جسم صلبه تطبيق اولنان كافه قوتلر ايكي م و ص قوتلرينه ارجاع اولنه بيلوب اكر اعطا اولنان قوتلر يکديکديکينه موازي ايسه لر م و ص حاصله لري دخی (§ ۹۷) کذلک موازي اولوب بوجهتله بر مستويده واقع اولور لر. اکر قوتلر کيف مآتفق ايسه لر م و ص حاصله لر ينک بومستويده بولنماه لري واقع اوله بيلور.

بوصورتده بر جسم صلبك موازتي ايجون بروجه آتی حالات مختلفه تفريق اولنور.

(۱)° م و ص حاصله لري بربرينه مساوی ومقابل واقع اولمشلر ايسه جسم صلب تطبيق اولنان قوتلرک تحت تأثيرنده موازننده قالمش اولور.

(۲)° م و ص حاصله لري متزاجتين تشکيل ايتماک اوزره بر مستويده ايسه لر بونلرک يالکز بر حاصله لري اوله بيلوب جسم دخی بر حرکت انتقاليه ايله متحرک بولنور. بو حالده جسم صلبی موازنه حالته ارجاع ايتمک ايجون م و ص قوتلرينک حاصله لرينه مساوی ومقابل بر قوت تطبيق ايتمک ايجاب ايدر.

(۳) ° سر و ص قوتلری بر متزواجین تشکیل ایدر لر ایسه جسم
(§ ۹۵) بر حرکت دورانیه ایله متحرك اولوب جسم صلبی
موازنه حاله ارجاع ایچون متزواجینی احسا ایتک اقتضا ایدر که
بوده لا اقل ایکی قوته و مثلاً برنجی طاقم متزواجینه مساوی
فقط جهتلی مخالف ایکجی طاقم متزواجینه احتیاج حاصل
ایدر .

(۴) ° سر و ص قوتلری بر مستویده دکل ایسه لر . (§ ۱۲۸)
جسم بر آنده بر حرکت دورانیه و بر حرکت انتقالیه ایله متحرك
اولوب بو حالده دخی جسمی موازنه ارجاع ایچون لا اقل ایکی
قوتک تطبیقی اقتضا ایدر .

بر مانعند نطولای حرکتده سربست بولنمیان جسم صاب

مانع بر نقطه بر محور و یا بر مستوی اولدیفنه کوره بروجه آتی
اوج حال ملاحظه اولنور .

۱۳۱ — • (مانعک بر نقطه ثابت اولسی) — • بر نقطه ثابت
اطرفده متحرك بر جسم صلبه تطبیق اولنان کافه قوتلرک
حاصله لری بو نقطه دن مرور ایدر ایسه جسم موازننده قالور .
فی الحقیقه : جسم صلبه تطبیق اولنان کافه قوتلر (§ ۱۱۷)
ایکی سر و ص قوتلرینه ارجاع و بالفرض سر قوتنک نقطه
تطبیقی اوله رق م نقطه ثابت سی اخذ اولنه بیلور اگر ص قوتی
اشبو م نقطه سندن مرور ایتمز ایسه جسم صابی نقطه ثابت

اطرافنده دوران ایتدیره بیلوب و موازنت حالی واقع اولمز اگر
ص قوتی م نقطه سندن مرور ایدر ایسه بر ایله ترکیب
اوله بیلوب نقطه مذکورده دن مرور ایدن یالکز بر حاصله لری
تعیین اولنور که اشبو حاصله دخی بو نقطه ثابتنه مک مقاومتیه احما
اولنورق جسم صلب موازنتده قالور .

۱۳۲ — . (مانعک بر محور اولسی) — . بر محور ثابت
اطرافنده متحرک بر جسم صلبه تطبیق اولنان کافه قوتلر ایکی
قوته ارجاع اولندقدنصکره بونلردن بری محور ایله تلاقی و دیگری
عینی مستویده واقع اولور ایسه جسم موازنتده اولور .

محور ایله تلاقی ایدن قوت محورک ثباتیه احما اولوب اگر
ایکنجی قوت بو محور ایله بر مستویده ایسه محور امتدادنجه جسمی
قایدیرمه ساعی بولنور حالبوکه جسم یالکز بو محور اطرافنده
دوران ایدم بیلور فرض اولندیغندن بو قایمه دخی ممکن اوله میوب
بو صورتده موازنت حالی واقع اولور . اگر ایکنجی قوت محور
ایله بر مستویده دکل ایسه بو محور اطرافنده جسمی دوران
ایتدیره بیلوب بو حالده موازنت موجود بولمز .

۱۳۳ — . (مانعک بر مستوی اولسی) — . بر مستوی اوزرینه
استناد ایدن بر جسمه تطبیق اولنان کافه قوتلرک حاصله لری استناد
ذو کثیر الاضلاعنک داخلندن مرور ایتمک اوزره مستویه ناظم

ایسه جسم موازننده بولنور کافه استناد نقطه لرینی محیط اوله رق
برذو کثیر الاضلاع محدب تشکیل ایده جک و جهله جسمک
مستوی به تماس ایتدیکی نقطه لر ینلری خط مستقیم لر ایله وصل
اوله رق استناد ذو کثیر الاضلاعی تشکیل اولنور .

ایمدی بر مستوی انجق ناظماً عکس التأثير حاصل ایده بیلوب
بوجهتله بر مستوینک بر جسم صلبه اولان کافه عکس التأثيری
عینی جهته قوای متوازیه دن عبارت بولنه رق حاصله لر ی بالطبع
استناد ذو کثیر الاضلاعک داخلندن مرور و مستوی به ناظم
اولور . بو عکس التأثيرک جسم صلبی موازننده طوته بیلمسی چون
جسم مذکورم تطبیق اولنان کافه قوتلرک حاصله لرینک مستوینک
عکس التأثيرینه مساوی و مقابل بولنسی یعنی جسمی بو مستوی
اوزرینه استناد ایتدیره جک و جهله ذو کثیر الاضلاعک داخلندن
مرور ایدرک مستوی به ناظم اولسی اقتضا ایدر .

ثقلاتک تحت تاثیرنده جسم صلب

مواد سابقه نک تطبیقیله ثقلاتک تحت تاثیرنده بر جسم صلبک
موازی مطالع اوله بیلور بو حالده جسمک اجزاء فردیه سی
بر طاقم قوای متوازیه ناک تحت تاثیرنده بولنوب قوای مذکورهنک
حاصله سی دخی (§ ۱۰۶) مرکز ثقلته تطبیق اولنان جسمک
وزنندن عبارت بولنور .

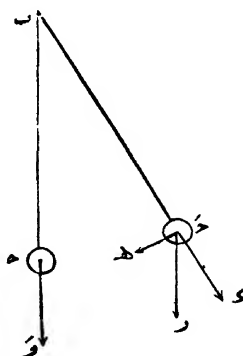
۱۳۴ — بر نقطه ثابت و یا بر محور ثابت اطرافیده بر جسم صلب ثقلتک تحت تأثیرنده موازتی ایچون (§§ ۱۳۱ و ۱۳۲) مرکز ثقلتک خط شاقولک نقطه ثابت و یا محور ثابتدن مرور اتمسی لازمکلور .

مرکز ثقلت نقطه سنک نقطه و یا محوره نسبتله وضعیتنه کوره (موازنت مقررہ) و (موازنت غیر مقررہ) و (موازنت دائمہ) دن عبارت اوچ نوع موازنت تفریق اولنور .

۱۳۵ — موازنت مقررہ — بر جسم صلب موازنت وضعیتندن چیقارلدینی زمان ثقلت ینہ جسمی بو وضعیتہ ارجاع ایدر ایسه جسم (موازنت مقررہ) ده بولنور .

مثلا (شکل ۸۵) بر شاقولک ب موازنت وضعیتنده و وزنی ایلیکک مقاومتیله احا اولنوب ب مثللو بر وضعیتده ایسه وزن

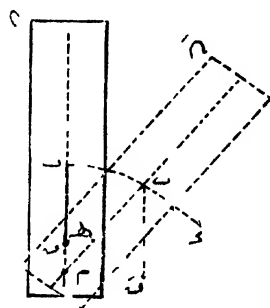
(شکل ۸۵)



مذکور بری ایلیک استقامتده و دیگری بوکا عمود بر استقامتده ه مرکبینه تحلیل اوله بیله جکندن برنجی مرکب ایلیکی کر مکدن بشقه بر اثر حاصل ایده میوب ایکنجیسی جسمی نزول ایتدیره رک موازنت وضعیتی اخذ ایتدیرر — بونوع موازنتده مرکز ثقل ممکن اولدینی قدر اشاعیده بولنور .

۱۳۶ — . موازنت غیر مقررده — جسم موازنت وضعیتدن چیقارلقدده ثقلت دها زیاده بو وضعیتدن تبعیده ساعی بولنور ایسه جسم (موازنت غیر مقررده) ده بولنور . (شکل ۸۶) مرکز ثقلی ث اولان جسم م نقطه سی اطرافنده متحرک اولدینی

(شکل ۸۶)



حاله ه وضعیتنده ووزننک استقامتی م نقطه ثابتہ سندن مرور ایتدیکندن بووزن احما اولنور .

ایکنجی ه وضعیتنده وزن بری م نقطه ثابتہ سندن مرور و دیگری بوکا عمود اولق اوزره ایکی قوته تحلیل اولندقدده

مرکب کردن برنجیسی محو اولوب ایکنجیسی جسمی م نقطه سی اطرافنده دوران و موازنت مقررہ وضعیته ارجاع ایچون وضعیت اصلیه سندن تبعید ایتدیررکه بنوع موازنت صرف نظردر . موازنت غیر مقررہ حالنده مرکز ثقلت ممکن اولدینی قدر یوقاروده بولور .

۱۳۷ — • موازنت دائمه — بر جسم موازنت وضعیتندن چیقارلدقده ینه موازنتده قالور ایسه (موازنت دائمه) ده بولمنش اولور بوحالده مرکز ثقلت محور اوزرنده بولنوب یاخود نقطه ثابتدن عبارت اولور .

جسمک وضعیتی تحویل اولندینی زمان مثلا بر مستوی افقی اوزرینه موضوع بر کرده اولدینی کبی مرکز ثقلت دائمه عینی بر مستوی افقی اوزرنده بولور ایسه جسم کذلک موازنت دائمه بولمنش اولور .

اکثریتله بر حرکت دورانیه ایله متحرک ماکنه لده موازنت دائمه تحری اولنوب چرخلر پروانه لر و موازنلرک مرکز ثقلتلرینک محور اوزرنده بولنسی لازمکلور .

۱۳۸ — • بر جسم ثقیل بر مستوی اوزرنده موازنتده بولمنق ایچون بومستوینک افقی اولسی و مرکز ثقلت شاقولنک استناد ذو کثیرالاضلاعنک داخلندن مرور ایتسی ایجاب ایدر .

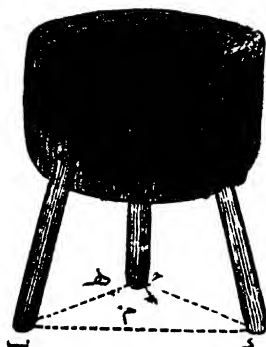
جسمک وزنی شاقولی بر قوت اولدیغندن مستوینک عکس التأمیری (§ ۱۳۳) شاقولی اولق و مستوییه ناظم بولمنق ایجاب ایدوب بوصورتله مستوینک افقی بولنسی اقتضا ایدر . بر مخروطک

قاعده‌سی یاخود رأسی یاخود برمولدی واسطه‌سیله برمستوی افقیه استنادی موازنت مقررہ وموازننت غیر مقررہ وموازننت دائمیه مثال اولور .

۱۳۹ — برمستوی اوزرینه موضوع برجسمك موازنت

مقررہ‌سی شرائطی — . مرکز ثقلتك شاقولی استناد ذوکثیر الاضلاعك محیطندن نقدر بعید بولنور ایسه موازنت اولقدر مقررہ اولوب مرکز ثقلتك مستوی افقیه اولان بعدی دخی نقدر تزايد ایدر ایسه موازنت مقررہ اونسبتده تناقص ایدر . (شکل ۸۷) اگر م ه مرکز ثقات شاقولتك محیط مذکورہ بعد اصغریسندن عبارت ایسه ح د طرفه نسبتله ب ح طرفه

(شکل ۸۷)



جسمك موازنت مقررہ‌سی دها ضعیف اولور . — تکرلکدر نقدر آچیق ومركز ثقلت نقدر اشاعیده بولنور ایسه برعربه‌نك موازنتی اولقدر مقررہ اولدینندن قورو اوت یوکل یخود

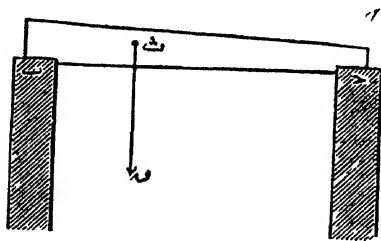
حواله سی یوکسک عربہ لک موازنتی آز بولنه جنی نمایان اولور .

§ ۳ استناد نقطه لری اوزرینه تضیق

۱۴۰ — هر نه زمان بر جسم یالکز بر نقطه سندن مستند بولنور ایسه نقطه استناد اولان تضیق جسمک وزنندن عبارت بولنور .

اگر جسم ایکی نقطه سندن مستند ایسه نقطه استناد لک هر برینه تحمیل اولنان یوک جسمک مرکز ثقلتنک وضعیته تابع اولوب (شکل ۸۸) ب ح جسمنک ب و ح نقطه لرنده اجرا ایتدیکی تضیق (§ ۹۱) ب ث و ح بعد لریله معکوساً متناسب بولنور .

(شکل ۸۸)

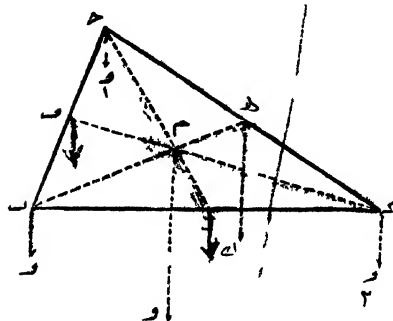


اگر جسم برهستوی افقی به بر خط مستقیم اوزرنده بولنمایان اوج نقطه سی واسطه سیله موضوع بولنور ایسه نقطه استناد لردن بهرینه اجرا اولنان تضیق دعوی آتی ایله تعیین اولنور .

۱۴۱ — . اویلرک دعواسی — . (شکل ۸۹) اگر بر جسمک

ب، ج، د، استناد نقطه‌لری جسمك مركز ثقلتنك م مرتسم افقیسنه وصل اولنورلر ایسه ب، ج، د، نقطه‌لرندن هر بیرینه اجرا اولنان تضییق ح م د و ب م د و ب م ج مثالریله متناسب اولور.

(شکل ۱۸۹)



فی الحقیقه : م نقطه‌سنه تطبیق اولمش فرض اولنان وزنی (و) و (ب، ج، د) نقطه‌لرینه اجرا اولنان تضییقلر و، و، و، و ایله اراشه اولندقده $و + و + و = و$ اولور .

و وزنی بری و دن عبارت اوله رق ب و دیگرى ه نقطه‌سنه تطبیق اولمش اوزره ك قوتلریته تحلیل اولنه بیلوب بوصورته

$$(\S ۹۲) \quad \frac{و}{م} = \frac{ك}{ب} = \frac{و}{ه} \quad \text{اولمغله بورادن} \quad \frac{و}{ب} = \frac{و}{و} = \frac{م}{ه}$$

اولور . لکن ه م د، ج د، مثالرینك د قاعده‌لری مشترك اولدیغندن سطحلری ارتفاعلریله و بونلردخم ه و ب ه

خطریله متناسست بولمقله بوسورتده $\frac{و}{و} = \frac{م}{ب} = \frac{س}{س}$ یاخود

$\frac{و}{س} = \frac{و}{س}$ اولش اولور عینی وجهله $\frac{و}{و} = \frac{م}{ب} = \frac{س}{س}$

$\therefore \frac{و}{س} = \frac{و}{س}$ وکذا $\frac{و}{و} = \frac{م}{ب} = \frac{س}{س}$

$\frac{و}{س} = \frac{و}{س}$ اولوب بوسبیدن $\frac{و}{س} = \frac{و}{س} = \frac{و}{س} = \frac{و}{س}$
اولوب مطلوب ثابت اولش اولور .

۱۴۲ — تنبیه . اگر م نقطه سی ب ح س مثلثک مرکز
ثقلتدن عبارت ایسه ح م س ، م س ، ب م ح مثلثری یکدیگرینه
معادل اولوب سبقت ایدن دستوردن نقاط ثانیه متساویاً ثقلت
تحمیل اولندینی استنتاج اولنورکه طوغریدن طوغرییه دخی
بروجه آتی اثبات اولنهیلور .

(شکل ۹۰) و وزنی بری ب نقطه س نه تطبیق اولنق اوزره

(شکل ۹۰)



و دیگرى نقطه س نه تطبیق اولنق اوزره ك قوتلرینه تحلیل

اولندقده (§ ۹۲) $\frac{و}{م} = \frac{ك}{م} = \frac{و}{م}$ يا خود $\frac{و}{۱} = \frac{ك}{۲} = \frac{و}{۳}$
 اولمغله بوصورتده و لك (و) ك ثلثي اولديني اكلاشيلور
 لكن (و) دن عبارت اولان ك قوتى دخى و و ،
 نقطه لرينه تطبيق اولمق و هر برى ۲ دن عبارت بولمق اوزره
 ايكي مساوى قوته تحليل اولنه بيلديكندن بوتقديرجه و ، و ، و ،
 تضيقلرينك هر برى چلمك وزنك نشندن عبارت بولنش
 اولور .

۱۴۳ — . اكر اوچدن زياده نقطه استناد موجود ايسه مسئله
 غير معين قالمش اولور زيرا بوقوتى (§ ۱۰۰) كنديسنه موازى
 ديكر درت قوته تحليل ايتك نامتناهى طرزده اجرا اوله بيلور .
 اشته وجهته برتره بزه نك درت اياغندن هر برينك دوشمه يه احرا
 ايتديكى تضيق معلوم اوله ميوب بوتضيق تره بزه نك، دوشمه نك
 الح صلابت و متانتنه تابع بولور .



سازگ
سریه
فصل پنجم

آلات بسیطه نك موازتی

۱۴۴ — ماکنه لر حرکت لرنده موانع ثابتہ ایلہ سربست بولنمیه رق قوتلرک اثرلرینک نقلنه مخصوص برجسم ویاخود برقچ جسم هیئت مجموعه سندن عبارتدرلرا کر برماکنه یالکر برجسمدن عبارت ایسه بسیط تسمیه اولنور . مانئی بر نقطه ثابتہ بر محور ویا بر مستوی اولان آلات بسیطه مانوله چیقریق ، سطح مائلدن عبارتدر .

مانوله نقطه ثابتہ اطرافنده هرجهته دوران ایدہ بیلوب چیقریق هر بر نقطه سی دخی محوری اطرافنده برر محیط دائره ترسیم ایدر سطح مائل اوزرینه موضوع جسم دخی استناد ایتدیکی بوسطه امتدادنجه قائمغه مجبور اولور .

(§ ۱۳۱, ۱۳۲, ۱۳۳) ماده لرنده بیان اولنان موازنت عمومیه قواعدی بوجه آتی آلات بسیطیه و بونلرک اشکال مختلفه سنه تطبیق اولنور .

§ ۱ مانوله

۱۴۵ — مانوله — بر نقطه ثابتۀ اطرافندۀ دوران ایدم بیلان بر جسم صلبدن عبارت اولوب تحویل حرکت جهتیله بر حرکت مستدیرۀ منفصله یی عینی بر حرکت تحویل خصوصندۀ استعمال اولنور . علی العاده مانوله به بر چبوق شکلی ویریلوب نقطه ثابتۀ به نقطه استناد تسمیه اولنور مانوله ایکی قوتک تحت تأثیرندۀ بولندی زمان بولنردن برینه قوت دیکرینه مقاومت دینلوب نقطه استناددن مانوله به تطبیق اولنان قوتلرک استقامت لرینه تنزیل اولنان عمودلره دخی (مانوله قوی) تعیر اولنور .

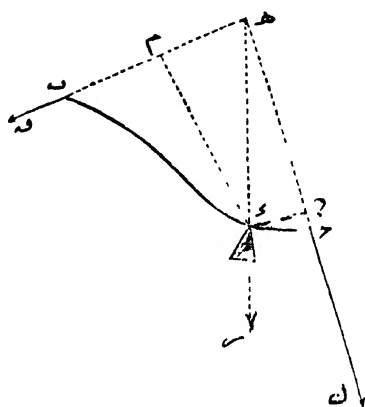
۱۴۶ — مانوله نك موازتی — بر مانوله ایکی قوتک تحت تأثیرندۀ موازنتده اولق ایچون (۱)° ایکی قوتله نقطه استنادک بر مستویده بولنسی (۲)° بوقوتلرک مانوله یی عکسی جهته لره دوران ایتدیرمکه ساعی اولملری (۳)° قوتلردن هر برینک شدتی کندی مانوله قولیله معکوساً متناسب اولسی اقتضا ایدر .

فی الحقیقه (شکل ۹۱) : ب ح مانوله سنک م و ک قوتلرینک تحت تأثیرندۀ موازنتده بولنسیچون (§ ۱۳۱) بوقوتلرک و نقطه ثابتۀ سندن مرور ایدن یالکز بر حاصله لری اولق و بوجهته ده م و ک قوتلری اشبو حاصله لرله (§ ۱۲۹) عینی بر مستویده بولنق مقتضی اولمغله حاصله اوزرندۀ بولنان و نقطه ثابتۀ سنک م و ک قوتلرله بر مستویده بولنسی ایجاب ایدر .

(۲)° م و ک قوتلرینک مانوله یی مخالف جهته دوران ایتدیرمکه

ساعی بولملىرى ايجاب ايدر زيرا عكس حالده نقطه ثابته قوتلارك
زاويه سنده بولمىه جفتىدن قوتلارك حاصله لرى مانوله يي بونقطه
اوزرينه استناد ايتديره مز .

(شكل ۹۱)



(۳) س نقطه سى حاصله اوزرنده بولنديغىدن (§ ۸۰) $\frac{م}{ب} = \frac{ك}{س}$
 $\frac{م}{ب}$ اولوب م و س مانوله قوللرى قە ، ك ايله اشعار
اولندقه $\frac{م}{ب} = \frac{ك}{س}$ يعنى قوتلارك شدتلرى مانوله قوللريله معكوساً
متناسب بولنور مساوات اخيره دن م ك = ك ك اولديغىدن
مانوله نك موازىنده بولمىچون (قوتلارك مانوله قوللرينه حاصل
ضربلرينك بربرينه مساوى لازمكلور) دخى دينله بيلور .

۱۴۷ — تنبيه — مانوله نك موازىتى بروجە آتى اجمالاً
افاده اولنه بيلور — مانوله نك موازىتى ايجون نقطه ثابته يه نسبتله

قوت ومقاومتك آنلری مجموع جبريسنك صفره مساوی اولسی لازمدر .

اكر مانوله نقطه استنادی اوزرنده قايه بيلور ايسه حاصله نك استناد سطحه عمود دخی بولنمسی اقتضا ايدر .

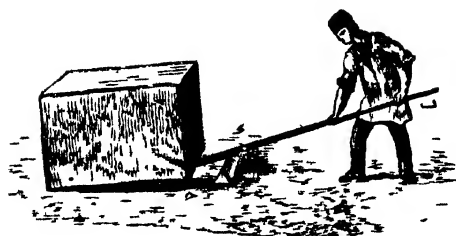
۱۴۸ — . نقطه استناد اولان تضيق — θ و θ قوتلرينك حاصله سنده عبارت اولوب مقداری دخی (§ ۷۴) $\theta = \theta + \theta$ $\theta + \theta$ θ ك محب (θ , θ) ايله افاده اولنور . بتضيق قوتلرك يئشده کی زاويه ايله تحول ايدوب زاويه صفر اولدینی زمان اعظمی اولور . بوحالده قوتلر يکديکرينه موازی اولوب (§ ۹۱) $\theta = \theta + \theta$ ك اولور . اكر زاويه (180°) ايسه (§ ۹۳) $\theta = \theta - \theta$ ك یعنی قوتلر موازی وجهتلی مخالف اولوب حاصله لری اصغری اولور .

مانوله نك وزنی داخل حساب ايتك ايچون بو وزن چو غك مركز ثقلته تطيق اولنمش شاقولی بر قوت کبی ملاحظه اولنوب موازنت شرائطی دخی (§ ۱۳۱) ده بيان اولندينی کبی استحصال اولنور .

۱۴۹ — . مانوله نك انواعی — . نقطه استناد ايله قوت ومقاومتك وضعيتلرینه کوره مانوله نك اوج نوعی تفريق اولنور . (۱)° نوع — . نقطه استناد قوت ايله مقاومت اره سنده بولنور . (شکل ۹۲) ده θ يوکنی قالدیرمق ايچون استعمال اولنان θ مانوله سی وکذا ترازو برنجی نوعدن اولوب کذلک مقاصد ،

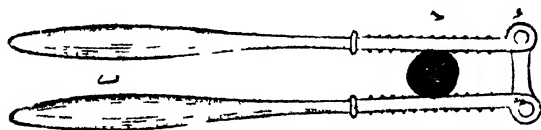
کربتن ، قيصقاج دخی چفت اوله رق قوللانيلان برنجی نوع مانوله دندرلر .

(شکل ۹۲)



(۲)° نوع — . مقاومت نقطه استناد ایله قوت آره سنده بولنور . ال عربه سی ، براوجندن قالدیریلان برکیریش وقایفی حرکت ایتدیرن کورک بونوع مانوله لردن عبارت اولوب (شکل ۹۳) فندق قیرمغه مخصوص آلت دخی برچفت ایکنجی نوع مانوله سندندر

(شکل ۹۳)

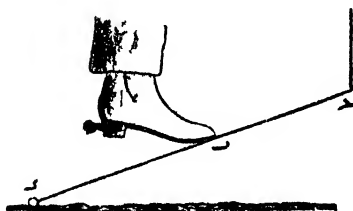


علی العاده ایکنجی نوعدده قوتک مانوله قوی مقاومتک مانوله قولندن دها بیوک اولوب بوجهتله بونوع مانوله لر قوت ایچون مساعد بولنورلر .

(۳)° نوع — . قوت نقطه استناد ایله مقاومت آره سنده بولنور .

(شکل ۹۴) پیانو وسائره نك اياق باصه جق یری وکذا ماشه
چفت اوله رق اوچنجی نوع مانوله سسندندر اوچنجی نوع

(شکل ۹۴)



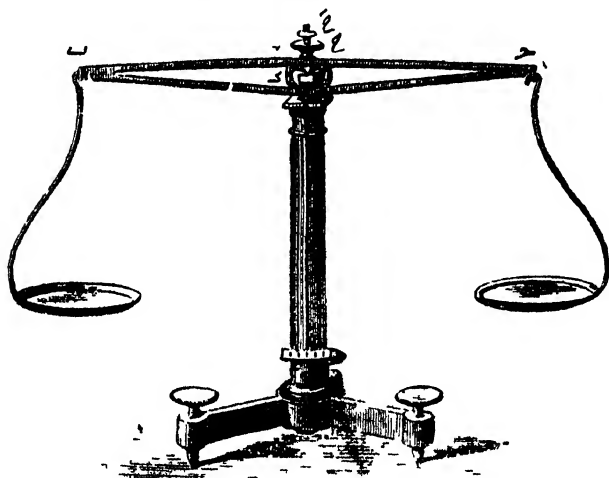
وله لرنده مقاومتك مانوله قولى على العاده قوتك مانوله قولندن
ما بيوك اولوب بوجهتله بونوعدن مانوله لر قوته غير مساعد
لنورلر ايسده سرعت ايچون فائده لی اولورلر .

ترازو —

— . ترازولر جسملرك وزنى تعينه مخصوص آلتلردر .
ترازولر — برنجی نوعدن قوللری مساوی برمانوله اولوب
كل ۹۵) دو ویرلش چلیکدن کسکین بریوز ایله ینه
چلیکدن ویاخود عقیقدن یصدق تسمیه اولنان ایکی
مستوی اوزرینه موضوع ب ح مانوله سنه (ترازو قولى) دینلور
کفه لر کسکین کنارلی چلیک چنكللر واسطه سیله تعلیق اولنوب
اوج ب، ح، د کسکین کنارلر ترازو قولنك محوری تسمیه
اولنان برخط مستقیم اوزرنده بولنور ترازو قولى نهایتی تقسیماتی

برقوس اوزرنده حرکت ایدن اوزون برابره یی حامل اولوب
بوابره صفری کوستردیکی زمان قول دخی افقی بولنور . اوچ
تصحیح ویده سی ترازو ستوتنی شاقولی قیلمق ایچون استعمال

(شکل ۹۵)



اولنورلر . بعض کره ترازو قولک وسط وفوقنده زیاده اینجه
دیشلی برچبوق وبونک اوزرنده ایکی دیشلی ح ، ح دوکله‌ری
بولنه‌رق ترازو قولنک مرکز ثقلتی ترفیع یاخود تنزیل وبو
وجهله آتیده کوریه‌جکی اوزره ترازونک حس وصحتنی تحویل
ایتمک ممکن اولور .

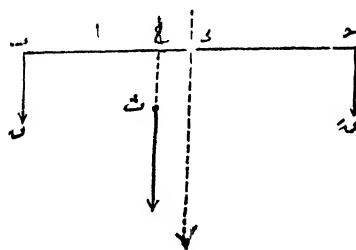
۱۵۱ — . بر ترازو صحیح وحسلی اولمیدر ، کفهلر اوزرینه
مساوی وزنلر قونلدیغی زمان قول افقی بولنور ایسه ترازو
صحیحدر . کفله‌ره قونیلان وزنلردن بریسی دیکرندن پک آز

فرقی اولدینی زمان بواسطه تفاوتک تحت تأثیرنده حس اولنه جق درجده او طرفه تمایل ایدر ایسه ترازو حسلیدر .

۱۲۵ — • برتزازونک صحیح اولسی شرائطی . برتزازو صحیح اولق ایچون (۱)° مانوله قوللری بربرینه مساوی اولمیدر (۲)° مرکز ثقلندن کچان شاقول ترازو قولی افقی اولدینی زمان نقطه استناددن مرور ایتملیدر .

(شکل ۹۶) افقی وموازنده بولنان ترازو قولنک محوری ح مرکز ثقلتی ث وزنی ی و (س) نقطه استنادیله ث مرکز ثقلتندن

(شکل ۹۶)



مرور ایدن خط شاقول بیننده کی مسافه (س) ب و س و س مانوله قوللری ل و ل کفله قونیلان مساوی وزنلر و ایله اشعار اولندقدده : ترازو قولی موازننده بولندیقندن قوه حاصله (§ ۱۳۱) س نقطه ثابتسندن مرور ایدر . اکر س نقطه سینه نسبتله آنلر احد اولنور ایسه حاصله نك آنی دیگر ایکی قوتک آنلریله مخالف اشارتده بولمغله بو حالده (§ ۱۰۱) معادله سی

ول + ی = — ول = . یاخود و (ل — ل) + ی = . (۱) شکلی اخذ ایدر . کفهلره قونیلان و وزنلری هر نه اولور ایسه اولسون بومعادله واقع اولمق لازمکلیکندن . معادله نك و وزننه غیر تابع اولمسی و بوجهته (و) ك امثالنك صفر اولمسی اقتضا ایتمکله ل — ل = . . ل = ل یعنی مانوله قوللرینك بربرینه مساوی اولمسی مقتضی بولنور (۱) معادله سنك برنجی حدی صفر اولدیغنك ی = . اولوب ترازو قولنك ی وزنی ایسه صفر اولیه جغندن اشبو حد ناینك دخی صفر اولمسی ایچون = . اولمسی یعنی مرکز ثقلت شاقولنك نقطه استناددن مروری لازمکلوب مطلوب ثابت اولور .

۱۵۳ — . بر ترازونك صحتك تحقیق — . کفهلر بوش اولدینی زمان اگر ترازو قولى افقى ایسه مرکز ثقلتك شاقولى نقطه استناددن مرور ایتدیكى اکلاشیلور .

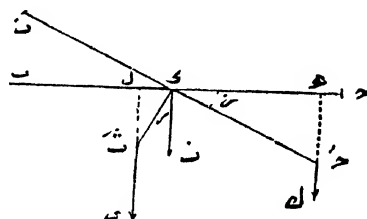
بعده کفهلره یکدیگریله موازنت حاصل ایدن ایکی جسم قونلقدنصکره بوجسملرك کفهلرده کی یرلری دکیشدیرلیدیکی زمان موازنت حالا دوام ایدر ایسه مانوله قوللرینك بربرینه مساوی و ترازونك صحیح اولدینی معلوم اولور . فی الحقیقه : موازنت احداث ایدن جسملر ه ، که اولسه بونلر ل ، ل مانوله قوللرینك نهایتندن تأثیر ایندکلیری زمان (§ ۱۴۶) ه ل = که ل اولوب کفهلردن جسملر دکیشدیرلیدیکی زمان ینه موازنت وار ایسه که ل = ل اولمغله بویکی مساوات

طرف طرفه ضرب اولند قدده $ه\ ك\ ل^2 = ه\ ك\ ل^2 :: ل = ل$
اولش اولور .

تنبیه — بوندنبشقه اگر $ل = ل$ ایسه برنجی معادله دن
 $ه = ه$ اولدینی کورملکله جسملر کفه لرده دکشدیرلدیکی زمان
ینه موازنت موجود ایسه مانوله قوللری کبی بوجسملرک وزنلری
دخی بربرینک عینی اولمق لازمکلدیکی تبین ایدر . —

۱۵۴ — برترازونک حسلی اولسی شرائطی — بونک
ایچون (۱)° نرازو قولی ممکن اولدینی درجه ده اوزون وخفیف
(۲)° مرکز ثقلت نقطه استناده پک قریب بولمق ایجاب ایدر .
فی الحقیقه : (شکل ۹۷) ترازو قولنک محوری $ه$ مرکز ثقلتی
ث نقطه استنادی $د$ مساوی $ه$ و $د$ قوللرینک طولی

(شکل ۹۷)



(ل) $ه$ ث بعدی $ه$ ترازو قولنک وزنی ی ایله اشعار اولند قدده :
اگر $ه$ نهایته غایت اصغر برک وزنی علاوه اولنور ایسه قول یکی
بر $ه$ وضعیتی اخذ ایدوب ایکی وضعیت یپتنده حادث اولان

ب زاویه سی بقدر بیوک اولور ایسه ترازو اولقدر حسی اولور .
 و نقطه سنه نسبتله آنلر اخذ اولندقدده (§ ۱۰۱) ی × دل —
 ك × ه = . یاخود ی × دل = ك × ه اولور لکن
 دل ك و ه ك مثلث قائم الزاویه لرندن دل = ز ك ×
 حب ب = ز حب ب و ه = ز ح × حب ب = ل حب ب
 اولغله بوصورتده ی × حب ب = ك ل حب ب ب مماس ب =
 ی ك اولور . ب زاویه سی . ۹۰ دن کوچك اولدیغندن مماسیله
 تراید ایدوب (ل) مك بیوك و (ی و ز) ك كوچك بولمنسی
 نسبتنده بوزاویه اعظم اولور . بوصورتده برترازونك قولى زیاده
 اوزون وخفیف ومركز ثقلی نقطه استناده قریب بولمنسی
 نسبتنده ترازو حسی بولمنش اولور .

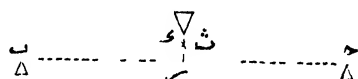
آشكاردكه برترازونك بك حسی اولسی ایچون بوندنبشقه كسکین
 پارچه لرك یاصدقلره اولان دلکی ممکن اولدینی قدر آز اولق
 لازمکلوب بونك ایچوندخی تماس ایدن جسملر غایت سرت اولق
 ومذکور پارچه لرك كسکین کنارلری کورلنوب بوزلماق ایجاب
 ایدر .

۱۵۵ — • تنبیه — . اکر ترازو قولنك مركز ثقلی بالتمام نقطه
 تعلیقده ایسه كافة وضعیتده مساوی وزنلرك تحت تأثیرنده قول موازننده
 قالب وزنلر بیننده غایت اصغر بر تفاوت ایسه آلنك بردنبره دویمسنی موجب
 اوله رق ترازونك موازنتی دائمه اولور . اکر نقطه استنادك فوقنده ایسه
 (§ ۱۳۶) ترازویی موازنت حالنه وضع ایتك ممکن اوله میوب موازنتی
 غیر مقرر اولور وبالعکس تحتنده ونقطه استناددن بید بولنور ایسه آز
 حسی اولوب آغر ترازو تسیمه اولنور . ترازو اعلا اولق ایچون (قولك
 مركز ثقلی نقطه استنادك تحتنده وآز برمسافهده) بولنق ایجاب ایدر .

۱۵۶ — وزن نه اولور ايسه اولسون ترازونك حسی اولسی ثابت قالمق
ایچون کفه لرك تعلیق نقطه لرله قولك استناد نقطه سنك برخط مستقیم
اوزرنده بولنسی اقتضا ایدر.

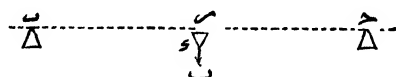
فی الحقیقه (شکل ۹۸) اگر کفه لرك نقطه تعلیق لرینی وصل ایدن ب ح
خطی و نقطه سنك تحتدن مرور ایدر ايسه کفه لرك حامل اولدقلری
مساوی وزنلر م نقطه سنه تطبیق اولنان بر حاصله اعطا ایدوب بوقوت
ث نقطه سنه تطبیق اولنان قولك وزنیه ترکیب اولندقه ترازو قوی و کفه ل

(شکل ۹۸)



و وزنلرك هیئت مجموعه سنك مرکز ثقلته تطبیق اولنان بر حاصله عمومی
بولنور (§ ۹۱) وزنلرك چوق اولسی نسبتنده اشبو نهایتکی مرکز ثقل
نقطه سی م یه تقرب و بوجهته و دن تباعد ایتمکله بوجهته وزنلر تزايد
ایتدیکی زمان (§ ۱۴۵) ترازونك درجه حسی تناقص ایده جکی ظاهر
اولور . (شکل ۹۹) اگر ب ح خطی و لك فوقنده ايسه م وزنلر
مجموعی تزايد ایتدکجه مرکز ثقل ترفع ایدوب مرکز ثقل و نقطه سنه تقرب

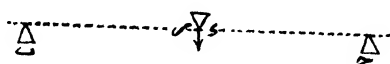
(شکل ۹۹)



ایتدکجه درجه حسی تزايد ایدر لکن بونقطه یی تجاوز ایدر ايسه (§ ۱۵۵)
ترازونك موازتی غیر مقررده اولمش اولور .

(شکل ۱۰۰) اگر با خطی و دن مرور ایدر ایسه قوی و نقطه سنه تطبیق اولندیغندن بونقطه نك مقاومتیه احما اولنور بوجهته مرکز ثقلت دائماً نقطه استناددن عینی مسافه ده قالب ترازونك حسی دخی ثابت قالور . ترازولرك جله سنده وزن ایچون تجاوز ایدلماك لازمكلان

(شکل ۱۰۰)



برحد اولوب عکسی تقدیرده ترازو قوی بویکله جکندن اوج نقطه استنادلر برخط مستقیم اوززدن آریله رق حسی تناقص و بوندنبشقه خطالی اوله بیلور .

۱۵۷ — وزن مضاعف یا خود بوردانك اصولی . صحیح اولیان برترازو اغانه سیله دخی بوردانك تصور ایتدیکی اصول ایله برجسمك وزن صحیحی بولنه بیلور . — بونك ایچون کفهلردن برینه وزن اولنه حق و دیگرینه قولك ابره سی شاقولی اولنجهیه دکین قوم و سائره وضع اولنور بعده جسم وضع اولندینی کفهدن آلنهرق تکرار موازنت تأسس ایدنجهیه دکین درهملر قولندقه (§ ۱۵۲) کی ایکی شرطدن هیچ بری دخی موجود اولدینی حالده بودرهملر جسمك وزن صحیحینی اعطا ایدرلر . زیرا جسمك وزنیله درهملر متعاقباً عینی مانوله قولنك نهایتندن تأثیر ایدرك عینی طاره ایله موازنت احداث ایدرلر .

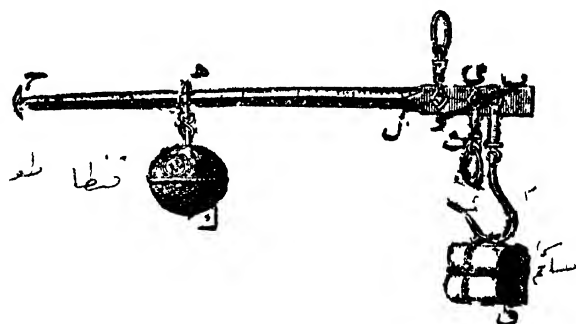
اشبو اصول صحتله وزن اولنق اقتضا ایتدیکی زمان اجرا اولنور زیرا هیچ برترازو قطعاً صحیح دکلدر باخصوص اعمال

ایدنلر دائماً ترازولرینی زیاده حسی قیلمغه اعتنا ایله اکتفا ایدرلر .

۱۵۸ — قطار — قوللری غیر مساوی برنجی نوعدن برمانوله در . (شکل ۱۰۱) وزن اولنه جق جسملر بر ب چنکله تعلیق اولنور و حلقه سی واسطه سیله قطار طوتیلور

(شکل ۱۰۱)

تعلیق ماقم ---



مانوله نك تقسیماتی بیوك قولی اوزرنده حرکت ایدن بر ك ثقلتی و وزنیه موازنت حاصل ایدرك بووزنی اعطا ایدر .

۱۵۹ — قطار ك درجه لیمی . اول امرده مانوله افقی اولدینی زمان ثقلتك قنی نقطه یه كله جکی تحری اولنور . بو نقطه ل والتك وزنی ی و و نقطه تطبیقنك آلتك ث مرکز ثقلته اولان بعدی و اولسه (§ ۱۰۱) آنلرك دعواسنه تطبیقاً ی و — ك . $\overline{OL} = ۱۰$ (۱) اولور . چنکله و ثقلتی تعلیق اولندی

زمان موازنه ك تحصيلي ايچون ك ثقلتي بر ه نقطه سنه نقل
 ايتك ايجاب ايدوب د مسافه سي و ايله اشعار اولدوقده
 $ى ز + و = و - ك \times د = و$ اولوب د يرينه دل + دل ه
 وضع اولنهرق $ى ز + و = و - ك \times دل - دل \times ل ه = و$
 (۲) اولور. $ى ز - ك \times دل$ يرينه (۱) معادله سنه نظراً قيمتي وضع
 اولدوقده (۲) معادله سي $و = و - ك \times ل ه = و - ك \times ل ه$ يعنى ل ه
 مسافه سي جسمك وزيله متناسب اولور. بوسورده قطارى
 درجه لك ايچون اول امرده تعين اولنان ل نقطه سنه صفر
 وضع اولنوب بعده چنكله ۱۰ كيلوگرام بر ثقلت معلومه تعليق
 ايديله رك موازنه ك حصولى ايچون ك ثقلتيك كله جكي ه نقطه سنه
 (۱۰) رقمي اشارت ايديلور بوندنصكره ه ل فاصله سي ۱۰
 قسمه تقسيم و (ح) مه قدر بوجهله درجه لكه دوام اولنور.

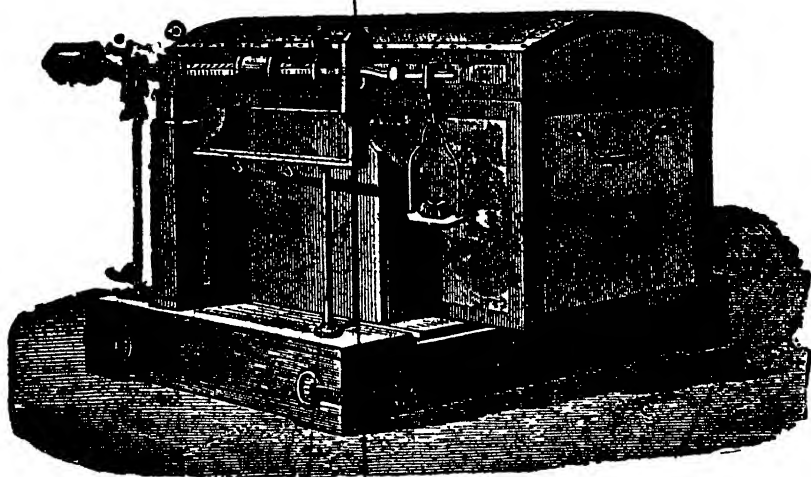
على العاده قطار ايكي حلقه ايله تجهيز اولنوب د حلقه سي زياده
 ثقل جسملرك وزني ايچون استعمال اولنهرق بوجهتله بيوك
 مانوله قولى ايكي نوع تقسيماي محتوي بولنور آز صحتله وزنك
 تعيني ايچون اشبو آلت غايت مناسبدر.

ترجمه ميرزا حسن

۱۶۰. — عادي باسكول — آخر يوكلري وزن ايتك
 تجارتده كثر استعمالدر (شكل ۱۰۲) وزن اولنهرق جسم
 بر د دوشمه سي اوزرينه وضع اولنوب بودوشمه ايكي
 و، ف نقطه لرنده $ل = و$ ل ث اولق اوزره ايكنجي نوعدن
 ضعف ل و ث مانوله سي اوزرينه استناد ايدر.

ه عرضاني كيريشي اعاناسيله ح و قولى اوزرنده ل نقطه سنه

(شکل ۲۰۲)



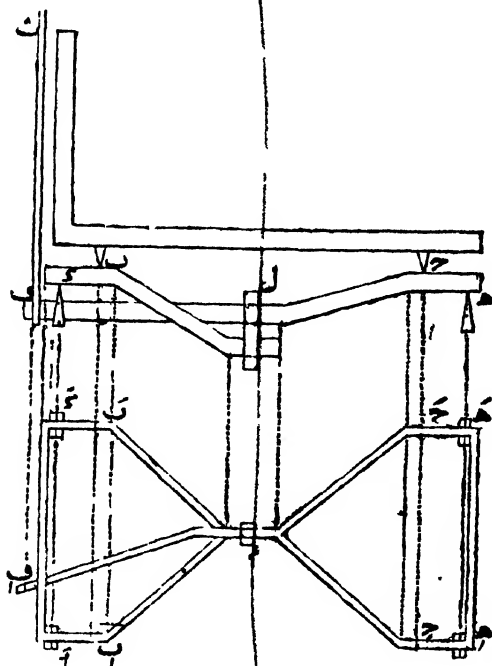
استناد ایدن بر چو غك نهايتنده كفنهك براوچنجي ه نقطه
استنادی دهاموجود اولوب ديكر ث نقطه سنی ح نقطه سنه وصل ايدر.
ح ۵ قولى اوزرنده ۵ = ۱۰ دل و ۵ ح = ۵ دل اخذ
اولمخشدردوشمه اوزرينه قونيلان جسمك وزنی ايكي قسمه
تفريق اولتوب بری (ه) ديكری (ف) نقطه لرنده اجراى
تضييق ايدر ه ياخود ل نقطه سنه تأثير ایدن قسم ۵ نقطه سنده
۱۰ دفعه اصغر بر قوتله موازنت احداث ايدر .

عینی و جهله ف نقطه سنه تأثير ایدن قسم ث ياخود
ح نقطه سنده ۵ دفعه اصغر بر قوتله موازنت حاصل ايدوب
ح ۵ = ۵ اولديقندن موازنت احداثی ايچون ۵ نقطه سنه
(ح) ده کی قوتك نصفی ياخود (ف) ده کی قوتك اونده بری
تأثير ايتدير مك كفايت ايدر . بوضورتده جسمك وزنی سرص

کف‌سنة قونیلان اون دفعه کوچک برون ایله موازنت حاصل ایتش اولور وزن اولنه جق جسم آغر اولدینی زمان عرب‌لری وزن ایچون قوللانسیلان باسکولده اولدینی کی مانوله لر وزنلر بیننده کی نسبت بجه اوله جق وجهله ترتیب اولنورلر .

۱۶۱ — قنطارلی باسکول . موسیو برانتره عادی باسکولی بوجه آتی تمذیله موفق اولمشدر (شکل ۱۰۳) اولاقول

(شکل ۱۰۳)



دوشمه‌ناک عرضنه موازاتاً ترتیب اولندیفندن قنطارلر آزیر طومش اولور . قول عادی قنطارده اولدینی کی درجه‌لرک

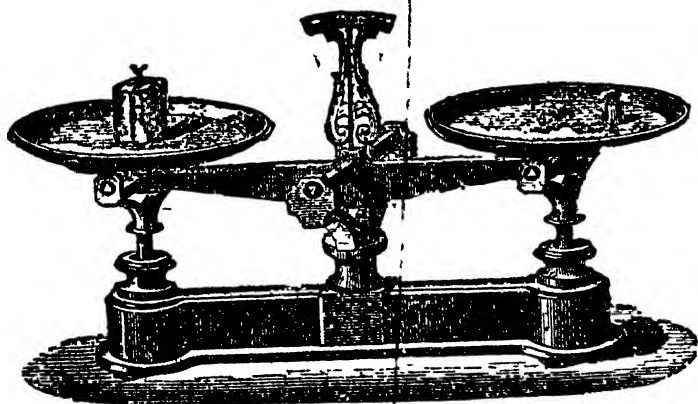
تأثیر ایدوب و نقطه‌سندہ اوندہ بری قدر بر قوتله موازنه حاصل ایدر .

ایمدی (شکل ۱۰۳) و ث چبوغی ث نقطه‌سندہ قنطارک قیصہ قولنه استناد ایدوب ث $\frac{1}{2}$ = $\frac{1}{2}$ ح اولدیغندن م کفه‌سنه وضع اولنان برکیلوغرام ثقلت باسکولک دوشمه‌سی اوزرینه قونیلان ۱۰۰ کیلو غرام یوک ایلہ موازنه احداث ایدر .

۱۶۲ — روبروالک ترازوسی — کئنه‌لی فوفانی اولان روبروالک ترازوسی تجارتده استعماله پک الویشلیدر .

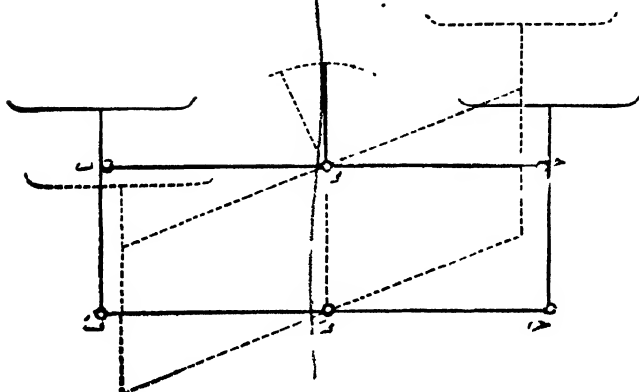
(شکل ۱۰۵ و ۱۰۶) اشبو نوع ترازو کفه‌لی حامل ب و ح شاقولی چبوقله مفصلی اوله‌رق مربوط و $\frac{1}{2}$ ؛ نقطه ثابت‌لی اطرافنده متحرک ایکی ب ح ترازو قبوللرندن ترکیب ایدر هر بریقولک مرکز ثقلتی نقطه استنادک شاقولی اوږرئنده و بر مقدار تحتندہ بولنوب بوده ترازویی غایت متحرک قیلار .

(شکل ۱۰۵)



اشبو ترتیبه نظراً ترازو قوللری حرکت ایتدکلی زمان ب، ح، ج،
چپوقلری شاقولی و د، دن مساوی مسافه لده واقع اوله جقلرندن
بوصورنده وزنلر دائماً قوللری بربریت مساوی اولان مانوله لک نهایتلرندن
اجرای تأثیر ایدرلر .

(شکل ۱۰۶)



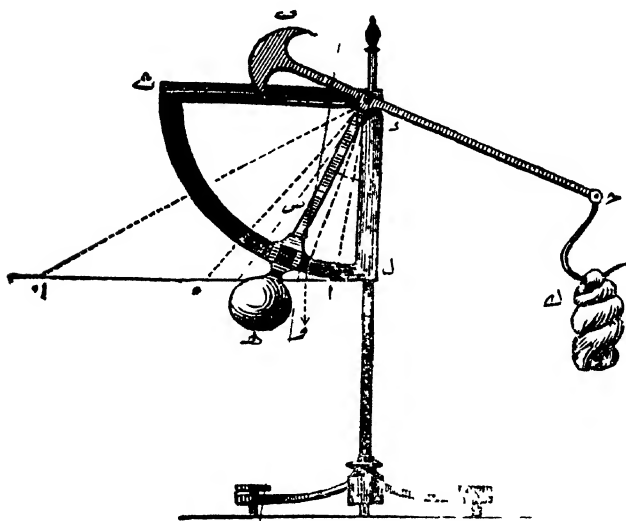
۱۶۳ — . پوزون — . اشکال مختلفه ده اعمال اولنوب ایلیک
فایده لرنده کثیر الاستمالدر . اساساً (شکل ۱۰۷) زاویه قائمه تشکیل
ایدن دیرسکلی ده مانوله سندن مرکب اولوب بر ب مخالف ثقلی
چنکل بوش اولدینی زمان ب ح قولی افقی قیلار . بر ث ل قوسی دخی
آلتک اعطا ایده جکی اشعاراتی مبین تقسیماتی محتویدر .

موازنه شرطی بولق ایچون چنکه تعلیق اولنان جسمک وزنی ک و ص
نقطه سته تطبیق اولنان ده قولنک وزنی (و) و ح، طولی ل، د، ص طولی
(ص) وانحراف زاویه سنی ب ایله اراؤه ایده لم : ح و د و وزنلرینک
حاصله سی دائماً د نقطه استنادندن مرور ایتدیکندن (§ ۱۰۱) بوزنلر
داخل حساب ایدلامشدر (و، ک) ک (د) نقطه سته نسبتله آنلری اخذ
اولندقدمه ک ل بحسب = و ص بحسب بوسیدن ک = و .

ل بحسب = و . ل بحسب ب اولور . بوصورنده ک وزنی انحراف
زاویه سنک مماسیه متناسب اولغله آلتک درجه لئسی بالسهوله اجرا اولنه بیلور

چنگله واحد قیاسی اعتبار اولنان وزن تعلیق اولنوب ل نقطه سندن رسم اولنان خط مماس اوزرنده dh نك توقف ایدم جکی نقطه اشارت وبوبم خط مماس اوزرنده متعدد دفعه قطع اولندقدن صکره حاصل اولان نقطه لر مرکز و صل اولنه رق قوسك تقسیمات نقطه لر ی بولنور.

(شکل ۱۰۷)



مماس نامتناهی به قدر تزايد ایدم بیله جکندن آلت واسطه سیله استنلیدی قدر ثقیل جسملرک وزنلری تعیین اولنه بیلور ایسه ده لکن قوسك تقسیماتی کیتدجکه یکدیگری نه تقرب ایدم جکندن ب زاویه سی ۵۰ درجه بی تجاوز ایتدیکی حالده پوزونك اشعاراتی مشکوک و غیر صحیح اولور .

§ ۲ مقررہ وجہ قریق .

۱۶۴ — مقررہ محوری اطرافندہ متحرک کوچک بردائردن

عبارت اولوب ایپ ویازنجیر واسطه سیله حرکت ایده جکی
زمان محیطه بوغاز تعبیر اولنان (شکل ۱۰۸) اویوق اعمال
اولنور .

(شکل ۱۰۸)



مقره یی تعلیق مخصوص بر ل چنکلی حاوی ب باشلی و ه
محورینک ایکی نهایتلری حامل اولور . مقره بو محور اطرافنده
سربستجه دوران ایده بیلوب بوضورتده محور باشلغه ثابت قلنمش
اولور بعض دفعه دخی محور مقره ایله یکوجود اولوب محورك
مویلو تسمیه اولنان و ه نهایتلری باشلغه آچیلان ثقبه دروننده
حرکت ایدرلر .

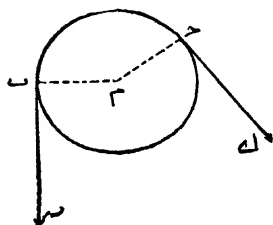
مقره نك حرکتی ائناسنده محوری ثابت ویا متحرك اولدیفنه
نظراً مقره نك ثابت و متحرك ایکی نوعی تفریق اولنور .

ثابت مقره

۱۶۵ — • موازنت شرطی — • بر ثابت مقره قوت ایله
مقاومت مساوی اولدینی حالده موازنتده بولنور .

في الحقيقة (شكل ۱۰۹) موازنت حصولی ایچون حاصله نك
 (§ ۱۰۱) م نقطه ثابتة سندن مرور ایتسی لازمکلوب م و م ح
 عمودلری یعنی مانوله قوللری بربرینه مساوی اولدیفندن (§ ۸۰)

(شكل ۱۰۹)



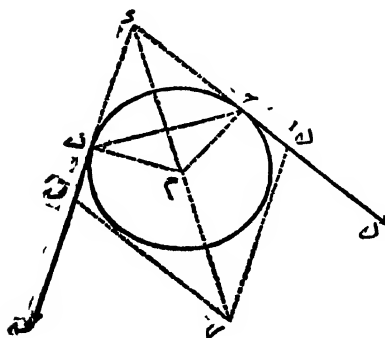
و و ك قوتلری دخی بربرینه مساوی اولق اقتضا ایدر بوصورته
 ثابت مقره یالكز قوتك استقامتی تبدیل ایده بیلوب بوجهته تحویل
 مقره سی دخی دینلور .

۱۶۶ — محوره اولان تضییق — . ثابت مقره ده محوره
 وقع اولان تضییقك مقاومتہ نسبتی ایك احاطه ایتدیكى قوسك
 وترینك نصف قطره نسبتی کیدر .

(شكل ۱۱۰) و و ك قوتلرینك نقطه تطبیقلرینی ء نقطه
 تلاقیسنه نقل ایده لم ء ء ء ء بوقوتلرك شدتلرندن عبارت
 اولسه بوقوتلر اوزرینه رسم اولنان متوازی الاضلاع برمعین
 اولوب بونك ء س قطری دخی حاصله یعنی محوره تضییق
 اشعار ایدر م نقطه سی ب ء ء تماس نقطه لرینه وصل و ب ح
 وتری ترسیم اولندقدہ ضلعلری نظیر نظیره عمود اولان ب م ح

و ۵ که در مثلثینک مشابهتند $\frac{س}{د} = \frac{ب}{م} \therefore \frac{س}{د} = \frac{ب}{م}$ اولش اولور اکر ایپل موازی ایسه لر $ب = ۲$ و بوسبيله $س = ۲$ و اولورکه بوضعیتده محوره اولان تضییق اعظمی بولنور.

(شکل ۱۱۰)



ایپلر بیننده کی زاویه جنسندن در نک دیگر برافاده سی دها بولنه بیلور (§ ۴۷) $س = د + ب + ۲$ و $ب = ۲$ و محب $ب$ دستوری $س = ۲ + د$ و $ب = ۲$ و محب $ب = (۱ + ب)$ و $د = ۴$ و محب $ب$ شکلنی اخذ ایدوب بورادن $س = ۲$ و محب $ب = ۲$ اولور اکر ایپلر موازی ایسه $ب = ۰$ و بوجهتله $س = ۲$ و اولور.

متحرك مقره

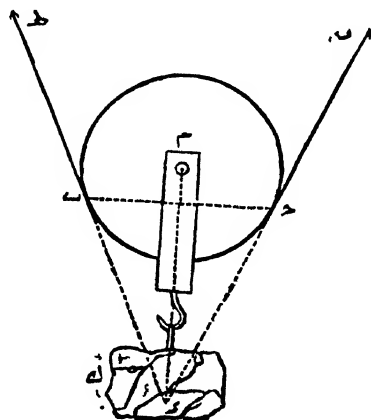
۱۶۷ — متحرك مقره بوغازك برقسمنی احاطه ایدن ایپ

اوزرينه موضوع اولوب بواييك نهايتلرندن بى بر نقطه ثابتيه ربط اولندينى كى ديكر نهايته دخى قوت تاثير ايدر . مقررەنك باشلىنى دخى بر چنكله متبى اولوب على العاده ترفيع اولنه جق بر جسمدن عبارت اولان متاومت تطبق اولنور .

۱۶۸ — موازنت شرائطى — . مقاومت شاقولى فرض اولنهرق بر متحرك مقررەنك موازنتى ايجون (۱)° ايك احاطه ايلديكى قوسك وترى افقى بولتىق (۲)° قوتك مقاومه نسبى نصف قطرك وتره نسبى كى اولقى ايجاب ايدر .

فى الحقيقه : (شكل ۱۱۱) موازنت حاصل اولدينى زمان ب ه و ح و ايلرينك كرمله لرينك حاصله سى ك وزننه مساوى ومقابل بولنوب بو حاصله ب ه و ح استقامتلاينك و تلاقى نقطه لرندن مرور ايده جكى كى (§ ۱۳۱) م محورندن دخى

(شكل ۱۱۱)



مرور ایدر . بوجهته ایپلر تشکیل ایتدکری زاویه نك خط ناصفی اولان م و استقامته منطبق اولمغه (§ ۸۰) ایپلرک کرملرلی یکدیگرینه مساوی اولدینی تبین ایدر . و ب، و ح مساوی طولده خط تماسلر اولدیغندن ب ح تماس وتری و م خطنه عمود و بوجهته افقی بولمق لازمکاور بوندنبشقه (§ ۱۶۶) ده اولدینی کبی $\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ بولنوب مطلوب ثابت اولور .

اگر ك مقاومتی شاقولی دکل ایسه ملاحظات سابقه دن ایکنجی موازنت شرطنك ینه باقی قالب یالکز تماس وتری دائماً حاصله یه عمود اولمق لازمکادیکندن افقی اولیه جنی نمایان اولور .

۱۶۱ — و قوتی ك وایپلرک اره لرنده کی ب زاویه سی جنسندن حساب اولنه بیلور ك وزنی ایکی مساوی و قوتنك حاصله سنه مساوی اولوب بوجهته (§ ۷۴) $\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ و $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = ۱$ و $\frac{1}{2}$ محس ب دستوری ك $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = ۱$ محس شکلی اخذ ایدوب بوسبله ك $\frac{1}{2} = ۱$ محس $\frac{1}{2}$ و $\frac{1}{2}$ محس $\frac{1}{2}$ اولمش اولور .

تنیه — ایپلر موازی اولدینی زمان ب = و محس $\frac{1}{2} = ۱$ و و $\frac{1}{2}$ اولوب قوت حاصله نك نصفی اوله رق قوت ایچون اك مساعد حال اولور .

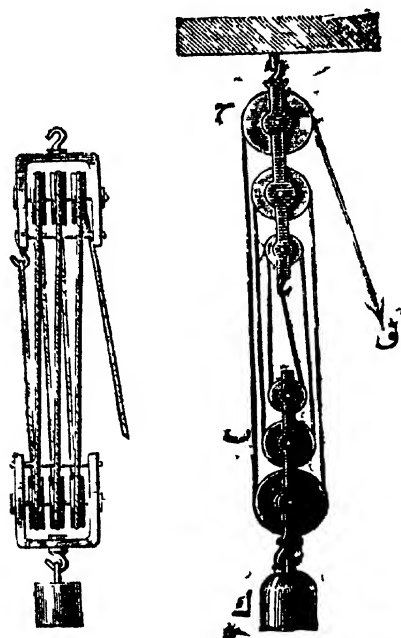
بالانغلر

۱۷۰ — بالانغلر ایکی طاقم عینی برباشلقده متعدد مقره لرک

ترکبندن عبارت اولوب (شکل ۱۱۲) ده اولدینی کبی مقررله
غیر مساوی وهر برینک محوری آیری اولور. ویاخود
(شکل ۱۱۳) بر برینه مساوی وعینی محوره طاقیلورلر . بو حالده
مقررلرک سربستجه محورلری اطرافنده دوران ایتلری ایجاب
ایدر چونکه مقررلرک سرعتلری بر برینک عینی دکلدر .

(شکل ۱۱۳)

(شکل ۱۱۲)

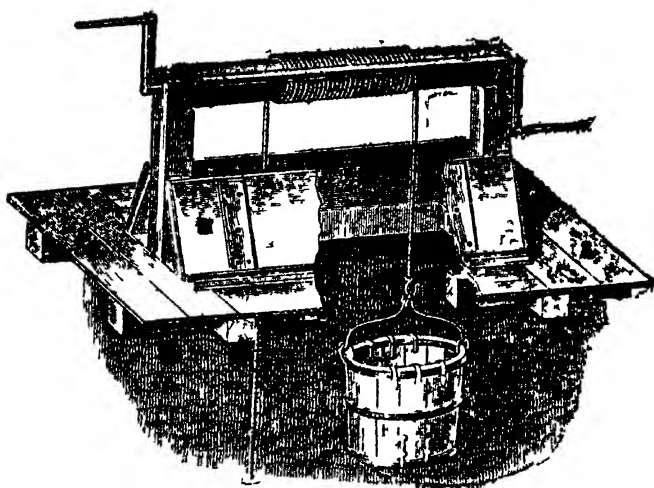


۱۷۱ — • موازنت شرطی . موازنتده بولان بر پالانغده
قوت مقاومتك ایپلر ویاخود مقررلر عدینه تقسیمه مساویدر .

فی الحقیقه : برپالانفده ایپلر یکدیگرینه موازی و مساوی
بردرجه ده کرلشار کی ملاحظه اولنوب اگر ایپلرک عددی
ه ایله اشعار اولنور ایسه هربری $\frac{1}{2}$ قدر برقتلی متحمل
اولغله بوجهتله نهایتکی ایبه تأثیر ایدن قوت دخی $\frac{1}{2}$ نه مساوی
بولنور . (شکل ۱۱۲ و ۱۱۳) ده ترسیم اولنان پالانفهلرده
ه = $\frac{1}{2}$ ک در .

چقریق

۱۷۲ - . چقریق برحرک مستدیره متصله بی برحرک
مستقیمه یه تحویله مخصوص وبر محور اطرافده دوران ایدن
برجسم اولوب علی العاده ایکی مویلویه منتهی اولان براسطواندن
ترکب ایدر مویلولر اسطوانه ایله عینی محورلری حاوی اولوب
یالکز نصف قطرلری برار دها کوچک اوله رق (شکل ۱۱۴)
(شکل ۱۱۴)



ح نقطه سنده شاقولاً نصف قطری سر اولان اسطوانیه
 مماساً تأثیر ایندکری فرض اولندقدہ ک مقاومتی کم ح نصف
 قطر افقیسنک نهایتہ تطبیق اولنمش کی ملاحظہ اولہ بیلور قوتک
 نقطۂ تطبیقنک یعنی الک رسم ایلدیکي دائرہ نک نصف قطر
 افقیسی م و اولسہ و نقطه سنده بودائرہ یه مماساً و قوتنہ مساوی
 و بربرینہ مخالف ایکی ک، قوتلری تطبیق اولندقدہ بویا
 قوت یکدیگریلہ موازنت احداث ایدہ جکندن ہیئتک موازن
 حالی تغیر ایتمز .

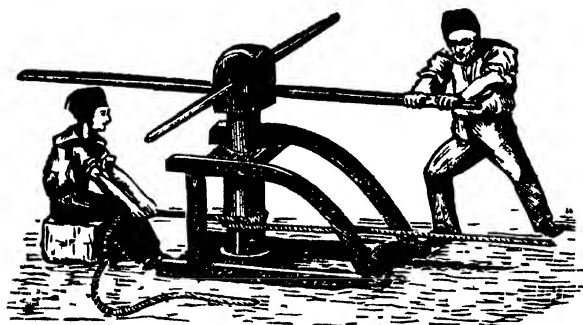
مساوی و، قوتلرینک حاصلہ سی اشبو قوتلرک زاویہ س
 تنصیف ایلدیکندن م نقطه سندن مرور و بورادہ محورک تاب
 اولسیلہ امحا اولنور بو صورتدہ ایکی موازی ک، ک قوتلر
 قالب موازنت واقع اولق ایچون بو قوتلرک حاصلہ سنک محور
 قطع ایتمسی لازمکملکملہ بوجہتلہ قوتلرک نقطۂ تطبیقلرینی و
 ایدن و، خطنک محوری قطع ایلدیکي ح نقطه سنہ تطبیق اولند
 اولوب (§ ۹۱) $\frac{r}{R} = \frac{H}{h}$ اولق ایجاب ایدر لکن و م
 و و م و مثلثلری مشابہ اولدیفندن $\frac{r}{R} = \frac{H}{h} = \frac{M}{m} = \frac{r}{r}$ او،
 بوسبیدن $\frac{r}{R} = \frac{r}{r}$ اولوب مطلوب ثابت اولور .

۱۷۴ — مویلویتاقلرینہ اولان تضییق — مویلویتاقلر:
 هربرینہ واقع اولان تضییق تعیین ایتمک ایچون (۱)
 نقطه سنہ تطبیق اولسان ایکی ک و و قوتلرینک شاقول
 م حاصلہ لری (۲) مرکز ثقلتنہ تطبیق اولتان جیقریف

شاقولی بر قوتدن عبارت وزنی (۳) ° ل قوتی ملاحظه اولوب
 بوقوتلردن هر ری ط ، و نقطه لریه تطبیق اولنان ایکشر موازی
 قوته تحلیل اولنور بوصورته بویکی نقطه دن بهرینه اوچر قوت
 تطبیق اولمش اولوب آیری آیری حاصله لری بویتاقلره اولان
 تضییقندن عبارت اولور .

بوژور غاد — . (شکل ۱۱۶) ده کورلدیکی وجهله

(شکل ۱۱۶)



بوژور غاد اسطوانه سی شاقولی بر چیقریقندن عبارت اولوب
 باشلوجه لیمانلرده وکیلرده استعمال اولنور .

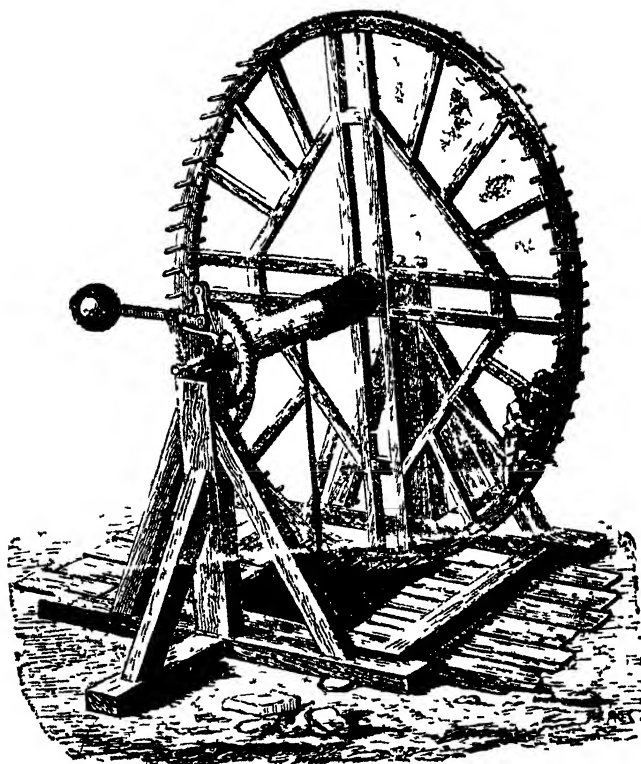
دولاب یاخود چیویلی چرخ

چیلر ایله تجهیز اولنان بیوک بر چرخ واسطه سیله حرکت ایدوب
 برویا متعدد عمله بوچیویلره باصه رق یوقارو چیقار ایسه چرخ

۱۷۵ — . دولاب یاخود چیویلی چرخ (شکل ۱۱۷) قوتلی
 چیویلر ایله تجهیز اولنان بیوک بر چرخ واسطه سیله حرکت ایدوب
 برویا متعدد عمله بوچیویلره باصه رق یوقارو چیقار ایسه چرخ

دخی بوئقتلک تأثیریله دوران ایدر بوآلنده قوت عمله نك ثقلی
اولوب شاقولی برقوتدن عبارت اوله رق چرخه مماساً تأثیر
ایتمدیکندن موازتی عادی چیقریفک موازنندن فرقلیدر .

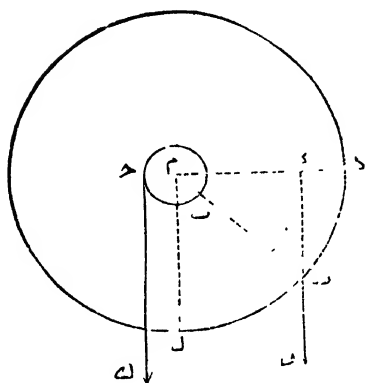
(شکل ۱۱۷)



موازنه شرطی — (شکل ۱۱۸) محیط دائره نك ب
قطه سندن ب قوتی تأثیر ایدوب ب قوسی ب چرخك

واسطوانه نك نصف قطر لرى م و س ر اولسه موازنت حاصل اولمق ايچون حاصله نك م نقطه سندن مرور ايتىمى لازمكاور

(شکل ۱۱۸)



(§ ۱۰۱) $v \times s = k \times m$ ۷ اولوب لکن $m = s$ = سرحسب

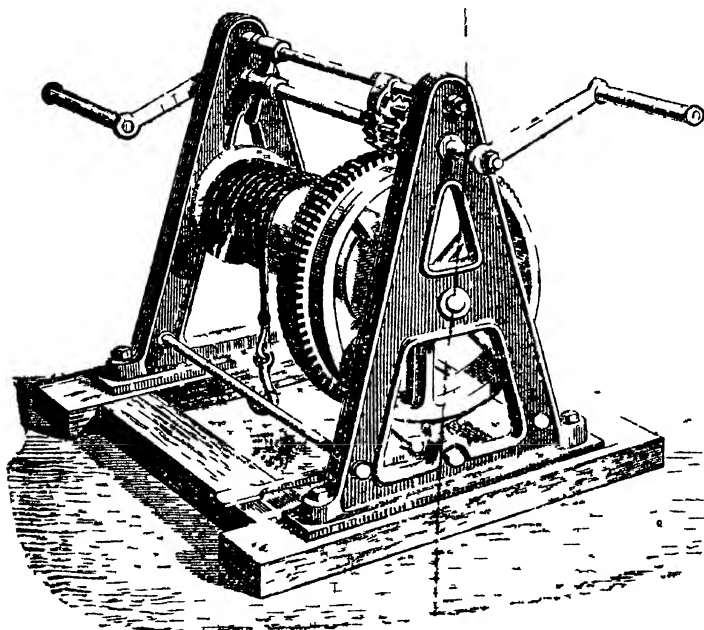
اولديغدن مەسرەب = كەسەر : مە = $\frac{\text{مە}}{\text{مەسەب}}$

اولور .

قوتك اثرى حسب ايله برابر تزايد ايدوب ب = ۰.۹ اولدينى
 زمان اعظمى اولور ايسه ده لكن عمله نك ه نقطه سنه صعوددن
 اجتناب ايتمسي لازمكلور زيرا آلتك آز بر حركتى عمليه
 بونقطه يي تجاوز ايتديرسه وزنك تاثيرى ده ازا اولوب ك
 قوتى چرخى عكسى جهته دوران ايتديرر اشته بوجهته ب نك
 ۷۰. درجه يي تجاوزندن اجتناب اولنقى ايجاب ايدر.

۱۷۶ — دیشلی چرخلی چیقریق — قول ویا چاپرازك
طولنه زیاده ابعاد اعطا ایتمکسزین چیقریق واسطه سیله بیوک
برقوت استحصال ایتمک ایچون (شکل ۱۱۹) دیشلی چرخلی چیقریق
استعمال اولنور قوت ایکی قول اوزرینه تأثیر ایدوب قنار

(شکل ۱۱۹)

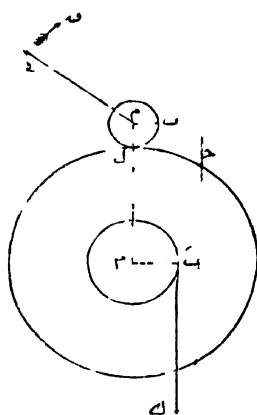


تسمیه اولوب کوچك بر دیشلی چرخ واسطه سیله اسطوانه
اوزرینه ثابت قلنان بیوک نصف قطرده بر دیشلی چرخلی
دوران ایتدیرر.

۱۷۷ — موازنت شرطی — (شکل ۱۲۰) قوتلر

دیرسکلی ه م ل و ل م م مانوله لری اوزرینه تأثیر ایدر کبی
ملاحظه و م ب = م ر و م ر = م ر ، م ل = م ر و قولک
م ه بعدی ل ایله اشعار اولنوب بری ل م ه مانوله سی
واسطه سیله و و دیکری ل م ب مانوله سی واسطه سیله ک قوتیله
موازنه حاصل و ل نقطه سنده تأثیر ایدن ایکی مساوی و مخالف
قوتک مقدار و شدتی (س) ایله اشعار اولدوقده (§ ۱۴۱)

(شکل ۱۲۰)



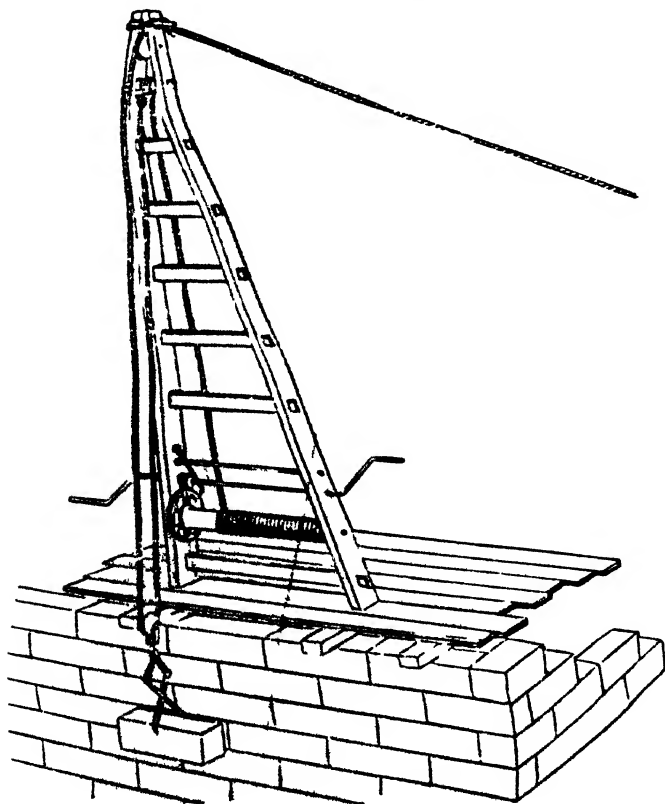
ل م ه مانوله سنک موازنه سنک م ل = س × م ر و ل م ک
مانوله سنک دخی س × م ر = ک × م ر اولوب بومناسبتلر
طرف طرفه ضرب اولدوقده م ل = م ر = ک م ر م ر .
یعنی قوتک مقاومتیه نسبتی فار و چیقریفک
 $\frac{م ر}{ل} = \frac{م ر}{ک}$
نصف قطرلری حاصل ضربنک قول ایله بیوک چرخک نصف

قطرلری حاصل ضربنه نسبتی کبی اولور . صورتک مضروبلی
مخرجک مضروبلینه نسبتله غایت اصغر اخذ اولنه بیله جکندن
قوت دخی مقاومتدن پک کوچک اوله بیلور .

۱۷۸ — . ارعاد — . مالزمنک ترفیعی ایچون استعمال اولان بوالک
چیقریق ایله مقررئک ترکیبدن عبارتدر .

ارعاد خفیفجه مائل اوله رق رایپ واسطه سیله رحل ثابته قویجه ربط
اوله رق (شکل ۱۲۱) مانوله ویاخود علی العاده بردیشلی چرخلی

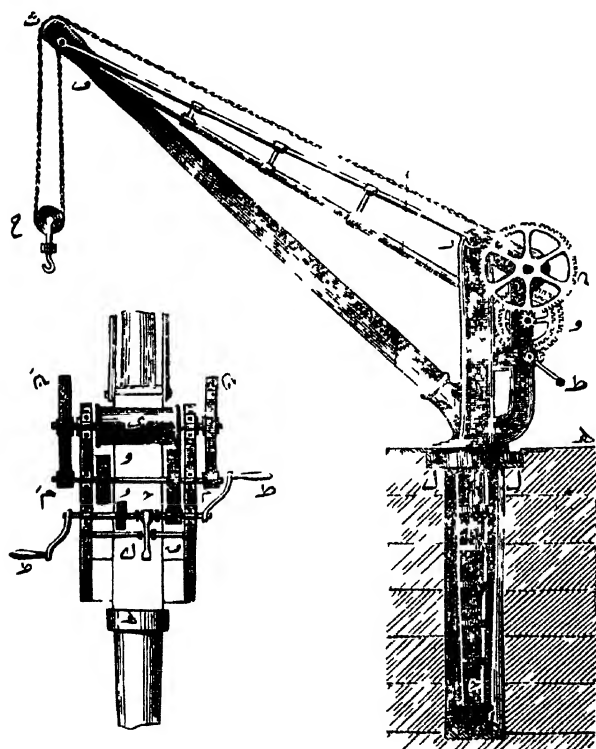
(شکل ۱۲۱)



چيقرىق واسطه سيله حرکت ابتدا پريلور بمصكره ده بوك (§ ۱۶۹)
قوتك اثرىنى تضعيف ايجون بر متحرك مقرمه تعلیق اولنور .

۱۷۹ — . ماچونه . — عایت آخر يوكلى ترفیع ايله افقاً حرکت
ابتدیرمه مخصوص بر آتدر (شکل ۱۲۲) شاقولی بر ح اعانك
ح مسندی ك یصديعی اوزرىنه موضوع اولوب زمین تسويه سنده ■
اسطوانه سنك محیط اولدیعی كوچك ل، ن تكرلكلى اعاح بر حرکت

(شکل ۱۲۲)



دورانيه ايله متحرك اولدیعی زمان دلك وتمامی تقیصه تخصیص اولنشدرل
برمائیل ف قولى ث مقره سنه مستی اولوب بوك بر ح متحرك مقره سنه
تعلیق اولنور . زنجیر ث مقره سدن مرور ابتدا كدفكره ی چيقرینه

قوت س و ث نقطه‌سندۀ موازنت حاصل ایدن مساوی قوتلر دخی ع ایله ارائه اولندقدۀ :

ط ۱ ب مانولہ‌سندن $\text{ه} \times \text{ل} = \text{س} \times \text{۶}$ و ب م ث مانولہ‌سندن دخی س $\times \text{س} = \text{ع} \times \text{ر}$ اولور . متحرک مقررہ دخطولایی چیقیری

اوزرینہ صاریلان اییک کرله‌سی ک یوکنک نصفی یعنی ک اولمفلہ ث م ه مانولہ‌سندن $\text{ع} \times \text{ر} = \text{ک} \times \text{ر}$ اولوب اشبو اوچ معادلہ نظیر نظیره ضرب و س ع مضروب مشترکی ترک اولنہرق $\text{ه} \times \text{ل} = \text{س} \times \text{ر} = \text{ک} \times \text{ر}$

$\text{س} \times \text{ر} = \text{ه} \times \text{ل}$ اولوب یعنی قوتک یوکنک نصفنہ نسبتی

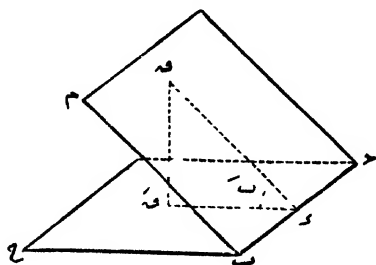
فنا و چیقریفک نصف قطرلری حاصل ضربنک چرخلرک نصف قطرلری و مانولہ طولنک حاصل ضربنہ نسبتی کبی اولمش اولور .

§ ۳ سطح مائل



۱۸۱ — افق ایله برزاویہ احداث ایدن مستویہ سطح مائل دینلور (شکل ۱۲۴) اگر سطح مائل اوزرنده بر ه نقطه‌سی آلتوب ح مستویء افقیسنه ه عمودی تنزیل و ه موقع

شکل ۱۲۴



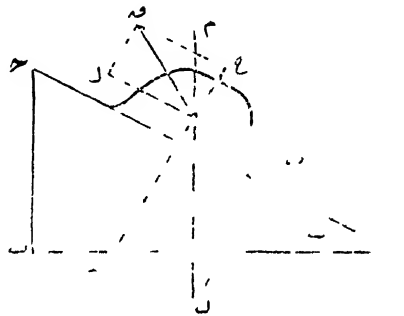
عمودندن ایکی مستوینک β فصل مشترک نه کذا α و عمودی اقامه اولندقدنه حاصل اولان γ و δ مثلث قائم الزاویه سنک δ و وترینه یعنی مستوینک خط میل اعظمه سطح مائلک طولی و δ خطنه ارتفاعی و γ طولنه قاعده سی و ارتفاعک قاعده یه نسبتنه یعنی $\frac{\gamma}{\delta} = \text{ماس } \beta$ نسبتنه سطح مائلک میلی تسمیه اولنور .

۱۸۲ — موازنت عمومیه شرطی — . ک وزننده برجسمی بر δ قوتی بر سطح مائل اوزرنده موازنتده طوتدینی حالده (§ ۱۳۳) و ک قوتلرینک حاصله سنک مستوی یه ناظم اولسی ایجاب ایدر . بو حالده جسم کندی ک وزنی و δ قوتی و مستوینک عکس التأثیرندن عبارت قوای ثلثه تحت تأثیرنده سربست برجسم کی ملاحظه اولنوب موازنتی حاصل ایدن اشبو اوج قوت (§ ۱۲۹) بر مستویده بولنور لر . ک وزنک استقامتی بومستوی دروننده بولندیغندن شاقولی و سطح مائلک عکس التأثیرندن دخی مرور و بوجهته اشبو سطحه عمود بولندیغندن سطح مائلک خط افقیسنه دخی عمود بولهرق بوسطعی بر خط میل اعظمی استقامتده قطع ایدر . اشبو مستوی بوجه آتی شکلک مستویسی اولهرق اخذ اولنور .

۱۸۳ — (شکل ۱۲۵) δ سطح مائلی اوزرنده ک وزنیه δ قوتنک تحت تأثیرنده موازنتده برجسم ملاحظه اولندقدنه ک و δ قوتلری یرینه سطح مائله موازی و عمود

ف، ه و ل، ح مرکبلى وضع واقامه اولنه بيلوب سطح مائلك
ميلي ب و ن قوتنك سطح مائل ايله احداث ايلديكى زاويه ح
ايله اشعار اولنه رق

شكل ۱۲۵



ف = ك حب ب، ه - ك حب ب، ل - ن حب ح، ح =
ن حب ح اولور .

موازنه واقع اولمق ايچون اولاف، ل قوتلرينك بربرينه
مساوى اولمى ثانياً ح قوتنك اك زياده ه يه مساوى بولمى
ايجاب ايدر بوصورتده (۱) ° ن حب ح = ك حب ب .

ن = ك حب ب و (۲) ° ه < ح . ه - ح < . اولور .

مستوى اوزرينه اولان تضيق ۵ ايله اشعار اولنسدقده :

۵ = ه - ح = ك حب ب - ن حب ح و يا خود ن يرينه

(۱) قيمتى وضع اولنه رق ۵ = ك حب ب - ك حب ب حب ح

$$= \frac{\text{محب ب محب ج} - \text{محب ب محب د}}{\text{محب ج}} = \frac{\text{محب (ب+د)}}{\text{محب ج}} \quad \text{ك} = \frac{\text{محب (ب+د)}}{\text{محب ج}} \dots (۲)$$

و بوسيله ايكنجی شرط ك $\frac{\text{محب (ب+د)}}{\text{محب ج}} < \infty$. و یا ساده جه

$$\frac{\text{محب (ب+د)}}{\text{محب ج}} < \infty . \text{ اولش اولور}$$

۱۸۴ — . احوال خصوصیه — (۱)° اكر ج = ۰ — ب یعنی قوت شاقولی ایسه ۱ و ۲ دستورلرنده ج یرینه ۰ — ب وضع اولندقدده ۰ = ك و ۰ = . یعنی قوت جسمك وزننه مساوی اولوب جسم دخی سطح مائله برتضیق اجرا ایتمز (۲)° ج = ۰ . یعنی قوت سطح مائله موازی اولور ایسه ۱ و ۲ دستورلری ۰ = ك حب و ۰ = ك حب اولوركه بو حالده ۰ قوتی قیمت اصغریه بی حائز اولوب بو استقامت دخی قوت ایچون اك مساعد بولنور . حب = $\frac{ب}{ج}$ و محب ب = $\frac{ب}{ج}$ مساویلری سبقت ایدن دستورلره وضع اولندقدده اشبو حال خصوصیده قوتك جسمك وزننه نسبتی ارتفاع سطح مائلك طولنه نسبتی کبی و کذا سطح مائل اوزرینه اولان تضییقك جسمك وزننه نسبتی قاعدۀ سطح مائلك طولنه نسبتی کبی اولدینی اکلاشیلور . (۳)° اكر ج = ۰ — ب یعنی قوت افقی ایسه ۰ = ك مماس ب و ۰ = $\frac{ب}{ج}$ یعنی قوتك جسمك وزننه نسبتی ارتفاع سطح مائلك قاعده سنه و کذا تضییقك وزنه نسبتی طولك قاعده یه نسبتی کبی بولمنش اولور (۴)° اكر ج = ۰ . یعنی قوت سطح مائله ناظم ایسه ۱ و ۲ دستورلرندن ۰ = ك و ۰ = ∞ بولنوب یعنی سطح مائله

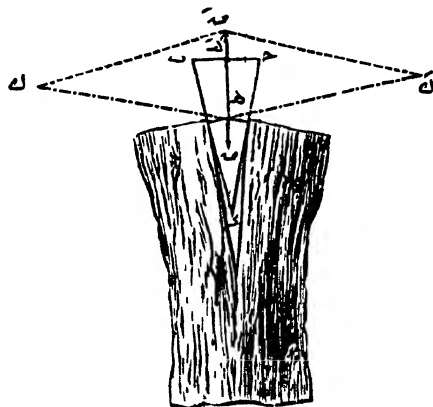
ناظماً تأثیر ایدن هیچ برقوتك جسمی قائم‌دن منع ایدهمیه‌جکی استدلال اولنور . کرچه عملیاتده عکسی کوریلور ایسه‌ده بوده ایلروده بیان اولنه‌جق دلك و تماسدن نشأت ایلر .

قلمه

۱۸۵ — . قلمه برمنشور مثلثیدن عبارت اولوب ایکی جسمك آره‌سنه ادخال اولنه‌رق بونلری بربرندن آیرمق خصوصنده استعمال اولنور . علی‌العاده قلمه ایکی وجهی بربرینه مساوی منشور مثلثی اولوب بعضکزه دخی منشور مثلثی قائم‌دن عبارتدر .

۱۸۶ — . موازنت شرطی — . وجهلری مساوی قلمه‌ده رأسنه عمود اولان قوتك وجهلرینه عمود اولان اولان مقاومتلردن برینه نسبتی قلمه رأسی عرضك ضلعی طولنه نسبتی کییدر . فی‌الحقیقه (شکل ۱۲۶) قلمه‌نك وجهلرینه ناظم اولان تضییقلر

شکل ۱۲۶



ه نقطه تلاقی به تطبیق اولمقی اوزره هك و هك دن عبارت
فرض اولندقدده : بوايكي قوتك د حاصله لرینك موازنت حاصل
ایده جكي ن قوته طوعریدن طوعری به مقابل بولمسی ایچوز
بو حاصله نك قامه نك رأسنه عمود اولمسی ایجاب ایدر . ایدی
كه ه و ب ح د مثلث لرینك اضلاعی متناظرأ یکدیگرینه عمود

بولندیغندن $\frac{ه ق}{ه ك} = \frac{ب ح}{د ح} :: \frac{ب ح}{د ح} = \frac{ق ك}{د ح}$ اولوب مطلوب حاصل

اولور .



فیشنی

قوتلرک ایشی — ماکنه لرده ایشک انتقالی
مقاومت مضره لر .

§ ۱ قوتلرک ایشی

۱۸۷ — • بر قوتک ایشی قوتک شدتک کندی استقامتنده
متحرکه قطع ایتدیردیکی مسافیه حاصل ضربنه مساویدر بر قوتک
ایشی ۳ ایله کوستریلور قوای سائره نک ایشلری ثقلتک ایشله
مقایسه اولنوب بر کیلو غرام وزننده برجسمی بر متریه ترفیع
ایده بیلان برایش واحد قیاسی اعتبار و (کیلو غرامتیره) تسمیه
اولنور .

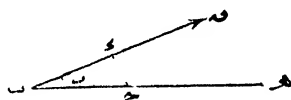
زمان هر نه اولور ایسه اولسون یا بیلان ایش تبدل ایتدیکندن
کیلو غرامتیره زمانه غیر تابع بولنور مع هذا بر زمان معلومه ده
زیاده ایش حاصل ایدن ماکنه ده فائده لی اولدیفندن
بردیگر واحد قیاسی ده قبول اولنوب بخار بارگیری تسمیه
اولنور بر بخار بارگیری (بر ثانیه ده ۷۵ کیلو غرامتیره ایش) دن
عبارتدر . بوایش عادی بر بارکیک حاصل ایده جکی ایشدن چوق
زیاده در بر مانژه قوشولمش بر بارکیک ثانیه ده ۴۱ و بوجهتله سکر

ساعت جالیشمق اوزره برکونده (۱۱۸۰۸۰۰) کیلو غرامترة لك ايس حاصل ايدوب حالبوکه برتانیة ده ۷۵ کیلو غرامترة اولان ایش ۲۴ ساعت ظرفنده (۶,۴۸۰,۰۰۰) کیلو غرامترة یه بالغ اولور . بوحالده بربارکیر قوتنده برماکنه هربری ۲۴ ساعت ظرفنده سکرر ساعت جالیشمق اوزره بش عادی بارکیرک حاصل ایده جکی ایشدن دها زیاده ایش حاصل ایتمش اولور .

۱۸۸ — حرکتک جهتنده تأثیر ایدن قوته قوه محرکه وبونک حاصل ایده جکی ایشه محرك ایش دینلوب متحرکک حرکتی جهتنک عکسی اوله رق تأثیر ایدن ومقاومت تسمیه اولنان قوتک ایشنه دخی مقاومت ایشی دینلور . بالفرض بر جسم ترفیع اولندیفی زمان حاصل اولان ایش محرك ایش اولوب ثقلتنک حاصل ایتدیکی ایش دخی مقاومت ایشی اولور .

۱۸۹ — اگر محرك ملاحظه اولنان قوتدن بشقه جه قوتلرک دخی تأثیر یله قوتک استقامتنه نسبتله (شکل ۱۲۷) کیف ماتفق بر ب ه استقامتنده حرکت ایتسه قوتک استقامتنده

شکل ۱۲۷



قطع اولنان مسافه (ب ح) ك بواستقامت اوزرنده کی مرتسمندن عبارت اولوب بوصورتده بموجب تعریف $\frac{ب}{ه} = \frac{ح}{ب}$

ویا خود ایکی استقامت بینده کی زاویه $\angle \text{و ب ح}$ مسافه سی و
ایله اشعار اوله رق $\angle \text{و ب ح} = \angle \text{و ب ح}$ بحسب اولور بوصورنده :
برقوتك ایشی قوتك شدتك کندی استقامتی اوزرنده تخمین
اولنان مسافه یه یعنی بواسطه استقامت اوزرنده کی مرتسمه حاصل
ضربه ویا خود $\angle \text{و ب ح}$ ایشی $\angle \text{و ب ح}$ بحسب $\angle \text{و ب ح}$ شکلنده دخی یازیه
بیله جکندن مسافه نك قوتك اشبو استقامت اوزرنده مرتسمه
حاصل ضربه مساوی بولنمش اولور .

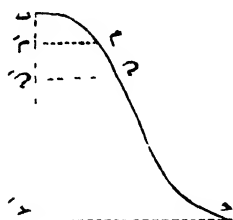
۱۹۰ — مناقشه . $\angle \text{و ب ح} = \angle \text{و ب ح}$ دستورنده اکر بحسب
مثبت ایسه $\angle \text{و ب ح}$ محرك ایش واکر منفی ایسه مقاومت ایشی اولوب
بوسبدن محرك ایش مثبت و مقاومت ایش منفی اعتبار اولور .
 $\angle \text{و ب ح} = \angle \text{و ب ح}$ بحسب حاصل ضربی مضربلرندن بری صفر
اولدینی زمان صفر اولوب بوجهته بوجه آتی اوچ حال تعریف
اولور (۱)° $\angle \text{و ب ح} = \angle \text{و ب ح}$ یعنی قوت یوق ایسه ایش دخی موجود
بولنمز یوارلق بر جسمك بر سرعت مکتسبه دن طولانی حرکت
متساویه ایله بر مستویء افقی اوزرنده یوارلنمی کی (۲)°
 $\angle \text{و ب ح} = \angle \text{و ب ح}$ یعنی جسم حرکت ایتمز ایسه ایش دخی حاصل اولمز
صواتی مسدود میلی بر صو یولنده کی صویك ایشی کی (۳)°
 $\angle \text{و ب ح} = \angle \text{و ب ح}$ یعنی قوتك استقامتی قطع اولنان
مسافه یه عمود ایسه ایش ینه صفر اولور برواغونك تعقیب ایتدیکی
یوله عموداً وزان ایدن روزكارك ایشی کی .

۱۹۱ — ثقلتك ایشی — بر جسمك تعقیب ایتدیکی طریق
نه اولور ایسه اولسون بر قوت ثابته دن عبارت اولان ثقلتك ایشی

جسمك وزنك شاقولاً قطع ايتمش اولدینی مسافیه حاصل ضربنه مساویدر .

(شكل ۱۲۸) جسمك تعقیب ایتدیكى طریق اوزرنده مستقیم کبی اعتبار اولنه بیلان م ω جزئی اخذ اولندقدہ م ω نك قطعی

شكل ۱۲۸

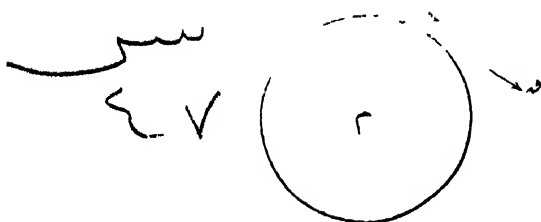


ایچون حاصل اولان ایش (§ ۱۸۹) جسمك وزنی ك و م ω نك شاقولی اولان قوتك استقامتی اوزرنده کی مرتسمی م ω ایله ارانه اولنهرق ك \times م ω اولور . سائر جزؤلر ایچوندخی عینی وجهله بولنان ایشك اشبو جزؤلری جمع اولندقدہ $\pi = ك \times ب \times ج$ اولمش اولور .

۱۹۲ — بر چرخك محیطنه مماساً تأثیر ایدن مقدار واستقامتجه ثابت بر قوتك ایشی — . (شكل ۱۲۹) ب ω خط مماسی اوزرنده کبی اعتبار اولنه بیلان اصغر بر قوس ب ω اولسه بونك قطعنده قوتك ایشی قطع اولنان مسافه قوتك استقامتده بولندیغندن \times ب ω اولغله ایشك بو وجهله تحصیل اولنان عینی جزؤلری جمع و چرخك نصف قطری م ایله اشعار اولنهرق $\pi = ب \times ج \times م$ اولور . اکر متحرك قوتك

دائماً تماساً تأثیر ایندیکی برهنخی اوزرنده حرکت ایدر ایسه
عینی سبیدنطولای بومنحنینك طولی ل ایله اشعار اولندقدده
ص = ص . ل اولمش اولور .

شکل ۱۲۹

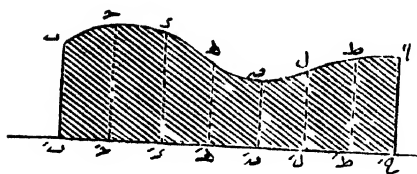


۱۹۳ — . برقوت متحوله نك ایشی — . متحرکك قطع
ایتدیکی مسافه قوت مقدار واستقامتجه ثابت اعتبار اولنه بیله جك
قدر اصغر برطاقم جزؤلره تقسیم اولندقدنصكره بواصغر مسافه لرك
هربرینك بدایتنده قوت متحوله نك مقدار واستقامتجه حائر
اولدینی قیمته نظراً قوت نابته کبی ایشی بولهرق ایشك اشبو
جزؤلری جمع اولندقدده مجموع مسافه نك قطعی ایچون قوت
متحوله نك مجموع ایشی استحصال اولمش اولور .

(شکل ۱۳۰) بر ک ح خط مستقیمی اوزرنده هر قنی بر مقیاس
ایله مذکور مسافه لره مساوی (ک ح ، ح ک ، ...) بعدلری
اخذ و تقسیمات نقطه لرندن اخراج اولنان عمودلر اوزرنده قوتك
مذکور مسافه لرك بدایتنده محرکه رسم اولنان تماسلر اوزرنده کی
مرتسملرینه مساوی برر بعد قطع و تقسیمات نقطه لری وصل
اولندقدده (ب ح و ... ح ط ک ب) شبه منحرف منحنی

الضلعك مساحة سطحه سی قوت متحولتهك مطلوب اولان
مجموع ایشندن عبارت بولور .

شکل ۱۳۰



۱۹۴ - بر قوت متحولہ نك مقدار وسطیسی - قوت متحولہ یہ نسبتہ عینی مسافہ نك قطعندہ عینی ایش حاصل ایدن بر قوت ثابتہ یہ قوت متحولہ نك مقدار وسطیسی دینلور . قوت متحولہ نك ایشی سن قطع اولنان مسافہ ی وقوت متحولہ نك مقدار وسطیسی یعنی قوت وسطیہ ک ایله اشعار اولندقدہ ک × ی = ی و بوجہ تله قہ = $\frac{م}{ی}$ اولمش اولور .

۱۹۵ — قوای متعدده نك حاصله سنك ایشی . دعوی •
قوای متعدده نك حاصله سنك ایشی مرکب لریك ایشلری مجموع
جبریسنه مساویدر . فی الحقیقه ν , μ , λ , ... قوتلریك
حاصلہ سی ح اولسه (§ ۲۶ شكل ۵) هر قنی بر سرعت و یا قوه
حاصلہ نك مرتسبی (بس بر پر سر) ذو کثیر الاضلاعنك
مرتسمنه یعنی مرکب لرك مرتسملری مجموعنه مساوی بولمغله
حاصلہ و مرکب لرك قطع اولنان مسافه اوزرنده مرتسملری
 χ , λ , μ , ... فرض اولنه رق $\chi = \lambda + \mu + \dots$

مساواتك طرفینی و مسافه سیله ضرب اولندقدہ ح و =
 ل و + ل و + و یاخود (§ ۱۸۸) ح = ح + ح +
 ح + ح + اولوب مطلوب ثابت اولور .

قوت زنده

۱۹۶ — . بر نقطه ماده نك جوهرينك سرعتی مربعه حاصل
 ضربنه قوت زنده سی تسمیه اولور .

دعوی — . بر نقطه ماده یه تأثیر ایدن بر قوت ثابت نك ایشی
 نصف قوت زنده نك مقدار تحوله مساویدر فی الحقیقه : قوت
 ثابتہ قطع اولنان مسافه استقامتندہ تأثیر ایتدیکی حالده (§ ۶۳)
 نقطه مذکوریه بر حرکت متزایدہ منتظمه اعطا ایدوب
 بو حرکتك سرعت ابتدائیه سی ب و مقدار تعجیلی ه و زمان
 نهایتندہ قطع اولنان مسافه و ایله اشعار اولندقدہ : (§ ۶۹)

$$v = c \cdot h \text{ و } (§ ۱۲) v = c \cdot h + \frac{h^2}{2} \text{ اولدیغندن بو صورتده}$$

$$v = c \cdot h = c \cdot h + \frac{h^2}{2} = c \cdot h + \frac{h^2}{2} + \frac{h^2}{4} + \frac{h^2}{8} + \dots$$

(۱) اولوب لکن (§ ۱۱) $s = c \cdot h + \frac{h^2}{2} + \frac{h^3}{6} + \dots$:: $h = s - \frac{h^2}{2} - \frac{h^3}{6} - \dots$
 قیمتی (۱) معادله سندن محلنه وضع اولندقدہ $v = c \cdot h = c \cdot (s - \frac{h^2}{2} - \frac{h^3}{6} - \dots)$

$$+ \frac{c \cdot h^2}{2} = \frac{c \cdot (s - \frac{h^2}{2} - \frac{h^3}{6} - \dots) \cdot h^2}{2} :: \frac{c \cdot h^2}{2} = \frac{c \cdot s \cdot h^2}{2} - \frac{c \cdot h^4}{4} - \frac{c \cdot h^5}{12} - \dots$$

 چ h یعنی قوتك ایشی حرکتك نهایتندہ کی نصف قوت زنده
 ایله بدایتندہ کی نصف قوت زنده بیننده کی تفاضله مساوی بولنش
 اولور . اکر قوت قطع اولنان مسافه استقامتندہ تأثیر ایتمز ایسه

بری بو استقامته موازی دیگرى عمود ایکی مرکبه تحلیل اولندقدہ
(§ ۱۹۰، ۰) ایکنجی مرکبک ایشی صفر و بوجهته (§ ۱۹۵)
قوتک ایشی یالکز برنجی مرکبک ایشنه ارجاع اولنهرق دعواى
سابق ینه قابل تطبیق بولنور .

۱۹۷ — . دعوى . بر نقطه مادهیه تطبیق اولنان قواى
متعدده نك حاصل ایتدیكى ایش نصف قوت زنده نك مقدار
تزايدینه مساویدر . بوقوتلرك ثابت و متحول بر حاصله لری
تعیین اولنه یلوب و حاصله نك ایشی مرکب لریك ایشلری مجموعنه
مساوی اولدینندن بروجه آتی یالکز بو حاصله نك ایشی نظر
مخالهیه آلنور ،

نقطه مادهیه نك محرکی قوه حاصلهیه مقدار و استقامتجه ثابت کبی
نظر اولنه یله جک وجهله برطاقم اجزاء مستقیمهیه تقسیم و نقطه
مذکوره نك جوهری ح سرعت ابتدائیه سی ب و برنجی ،
ایکنجی ، . . . نهایتکی جزؤلر نهایتده کی سرعتی پ ، پ ، . . .
ایله اشعار اولندقدہ نقطه نك

برنجی جزوی قطع ایتدیکی ائاده حاصل اولان ایش (§ ۱۹۶) ۰۰۰ ۱/۴ ح ۱/۴ ح

ایکنجی ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح

اوچنجی ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح

۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح

۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح

نهایتکی ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح ۱/۴ ح

اولوب ایشك اشبو جزؤلری جمع و اصلاح اولندقدہ مجموع ایشی

$$= \frac{1}{4} \text{ ح } 2 - \frac{1}{4} \text{ ح } \text{ك} \text{ اولوب مطلوب ثابت اولور .}$$

۱۹۸ — • حال عمومی — • نقاط ماده‌دن مرکب بر جسم صلبه تطبیق اولنان قوای مختلفه‌نك ایشی .

دعوی هر قننی بر نقاط ماده هیئتیه تطبیق اولنان قوتلرک ایشلری مجموعی هر بر نقطه‌نك نصف قوت زنده‌سنك مقدار تحوللری مجموعنه مساویدر .

فی الحقیقه : هیئتک هر قننی بر نقطه‌سنه تطبیق اولنان قوای مختلفه‌نك حاصله‌سنك ایشی $\frac{1}{4} \text{ ح } \text{س} - \frac{1}{4} \text{ ح } \text{ك} \text{ اولوب مجموع ایشی استحصال ایتک ایچون بوایش جزؤلرینی جمع ایتک اقتضا ایدر بوجمموع } \frac{1}{4} \text{ ح } \text{س و } \frac{1}{4} \text{ ح } \text{ك} \text{ کبی حدود متشابه‌دن ترکیب ایدوب بونلردن هربری ایسه } \frac{1}{4} \text{ ح } \text{س و } \frac{1}{4} \text{ ح } \text{ك} \text{ ایله ارانه اولنه‌بیله‌جکندن بوصورته}$

$$\frac{1}{4} \text{ ح } \text{س} - \frac{1}{4} \text{ ح } \text{ك} \text{ اولمش اولور .}$$

۱۹۹ — • تنبیه — قوت زنده‌لر معادله‌سی اعانه‌سیله قوتک نه‌مقدار وشدتی ونه استقامتی ونه‌ده متحرکه تأثیر ایتدیکی مدت معلوم اولمدینی جالده مذکور قوتک ایشنك تعیینی شایان دقتدر سبقت ایدن دعاوی‌یه نظرأ بر قوتک ایشنی تعیین ایتک ایچون متحرکک جوهریله قوتک متحرکه اعطا ایلدیکی سرعتی بیلمک کفایت ایدر . بحث آتیده قوت زنده‌لر دعاویسنك شایان دقت تطبیقات متعدده‌سی موجوددر .

§ ۲ قوت زنده‌لر اساسنك ماکنه‌لره تطبیقاتی

۲۰۰ — . ماكنه‌لر قوتلرك ايشلريني نقله مخصوص جسملر
ويا جسملرك هيئت مجموعه‌سندن عبارتدر .
برماكنه اوزرينه تاثير ايدن قوتلر مياننده بعضلري ماكنه‌ي
حركت حالته وضع ايدوب بونلره قوه محرکه وبوقوتلرك ايشلرينه
— محرك ايش — دينلور بعضلري دخی حرکتي اغرلشدیره‌رق
ماكنه‌ي طورديرمغه ساعی بولنورلرکه بونلرده مقاومت وایشلرينه
مقاومت اینی تسمیه اولنور .

۲۰۱ — . نافع وغير نافع ايش — مقاومتلر ايکی قسمه منقسم
اولوب بری ماكنه‌نك حاصل ايتديکی اثر نافعدن عبارت اوله‌رق
مقاومت نافع و بونلرك ايشنه نافع ايش دينلور ديکری دلك و تماس
وماكنه‌نك دروينده حرکت ايتديکی واسطه‌نك مقاومتی، مصادمه‌لر،
اقسام مختلفه‌يه سرايت ايدن اهتزازات وسائرده‌دن عبارت مقاومت
غير نافع اولوب بومقاومتلر محرك ايشك برقسمنی بلع ايدرک
ضایع اولان ايش ویا غير نافع اینی حاصل ایدرلر . مثلاً: قوه
ورچقیریق واسطه‌سیله برقیودن صوجیقارلدينی زمان قوا
تاثير ايدن فوتك حاصل ايتديکی ايش محرك وچیقاریلان صویه
وزنك ارتقاعه حاصل ضربی نافع ايش قوغه وایپك وز
قوغه‌نك حرکته مایع اولان صو وهواك مقاومتی وآز چو
برارتقاعه چقارلدقدنصکره دوکیلان صویك وچیقاریغك اسطوانه
اوزرينه صاربلان ایپك خشوتی وسائره ضایع اولان یعنی
نافع اینی حاصل ایدرلر .

۲۰۲ — . برماكنه‌نك حرکتي — هر برماكنه برط
نقاط ماده‌دن مرکب کبی ملاحظه اولنه‌یلوب (§ ۱۹۸) ق

زنده لر دعواسنی تطبیق ایتک ممکن اولور . بوصولده برماکنه تطبیق اولنان قوتلرک ایشی قوت زنده لرک نصف تحولاتیه مساحه اولنوب فقط قوای محرکه ایله مقاومتلر عکسی جهته تأثیر ایتدکلرندن بوقوتلرک ایشلری مخالف اشارتده اخذ اولنمق لازمکلور . محرک ایش \dot{m} و مقاومت ایشی \dot{m} ایله اشعار اولنور ایسه $\dot{m} - \dot{m} = \frac{1}{2} \dot{m}$ — $\frac{1}{2} \dot{m}$ اولورکه اشبو معادلّه مهمه ایش معادلّه سی تسمیه اولنور .

مناقشه — . ملاحظه اولنه جق بروجه آتی اوچ حال موجوددر .
 حال ۰۱ — اگر $s < b$ ایسه $\dot{m} < \dot{m}$ اولوب بودور
 ماکنه نك حرکت بدئی اثناسندن عبارت اوله رق سرعت مقدار عادینه واصل اولمق ایچون ترايد ایتک اوزره بولنورکه بونک ایچون محرک ایشک مقاومت ایشندن اعظم اولمسی ایجاب ایدر
 حال ۰۲ — $s = b$ بوسبیدن $\dot{m} = \dot{m}$ حالده حرکت —
 متساویه — اولوب ماکنه دخی سرعت عادیه سنی کسب ایدر .
 بوصولده :

برماکنه نك حرکت متساویه ایله متحرک بولنمی ایچون بوماکنه اوزرینه تأثیر ایدن قوتلرک حاصل ایده جکلری محرک ویا مقاومت ایشلرینک بربرینه مساوی بولنمی اقتضا ایدر . حال ۰۳ —
 $s > b$: $\dot{m} > \dot{m}$ اولوب بوحالده ماکنه نك سرعتی ازاله رق توقف دورندن عبارت بولنور . محرک ایش مقاومت ایشندن اصغر اوله رق ماکنه طورنجهیه دکن تناقص ایتکده دوام ایدر .
 محرک ایشک مقاومت ایشنه مساوی بولندیغی ماکنه نك حرکت بدئی ایله توقف آتی ارسنده کدرا ن ایدن زمان ظرفنده

محرك ايشك مجموعى بالطبع مقاومت ايشنك مجموعنه مساوى بولنور. فى الحقيقه $\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ حئس — $\frac{1}{2}$ حئس — $\frac{1}{2}$ حئس معادله سنده $\frac{1}{2}$ ماكنه سكوندن حركته شروع ايتديكى جهته $\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ و تكرار حال سكونه رجوعنده $\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ اولغله $\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ $\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ $\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ اولمش اولور.

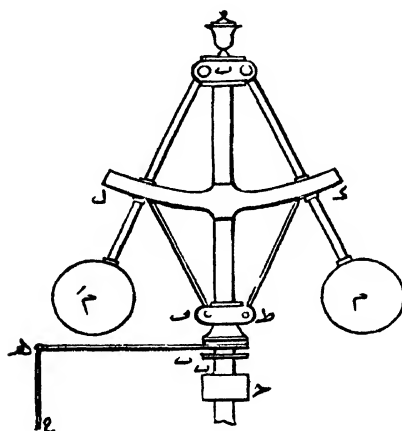
۲۰۳ — سرعت عاديه — ماكنه نك حركتى متساويه اولدينى زمان سرعت عاديه سنى حائر اوله جنى (§ ۲۰۲) ده بيان اولمش اولوب انجق غلبه اولمشى لازمكلان مقاومتلر يك متحول اولدقلرندن بونتيجه نك استحصالى اكثريله غير ممكن اولور. حالبوكه سرعتك بردنبه دكيشمى مصادمه يي وبوجهته آتیده كوريله چكى كى ايشك ضياعى مستلزم بولنديغندن ممكن اوله بيلديكى قدر بوحاله تقرب ايله سرعتك تحولاتى منع ايجون — قوت عن المركزلى ناظم — و پروانه استعمال اولنور.

۲۰۴ — قوت عن المركزلى ناظم — على العاده ناظملا مثلاً بخارك سيلنديره ادخالنى و يا خود برصو چرخنى دوران ايتدين صويك مقدارينى تنظيم ايله قوه محرك نك شدتى تعديلّه مخصوص آلتلردر.

بونلردن اڭ مستعمل اولانى واطك بخار ماكنه سنه تطبيقى ايجون تعديل ايتديكى قوت عن المركزلى ناظمندن عبارتدر. بو آلت (شكل ۱۳۱) ماكنه نك محورى واسطه سيله بر حركت دورانيه اعطا اولنان شاقولى بر $\frac{1}{2}$ چبوغيله ب نقطه سنده مفصللى اوله رق ايكي م، م جسم ثقيللرينك ربط اولندينى ب و ب و ب قوللرندن تركب ايدر.

ء و ل نقطه لرنده مفصلی دیگر ایکی ء ط , ل ف قوللری ب ح
 امداد نجه متحرك بریله زیکه مربوط بولنوب بویسه لزیك دخی
 دیگر نهایتی صویك کلدیکی صواغی سد ویا بحاری اداره ایدن
 دیرسکلی ت ه ح مانوله سنی حرکت ایتدیرر اکر حرکت سریع
 اولور ایسه محورك حرکت دورانیه سنه اشتراك ایدن م , م

شکل ۱۳۱



کله لری محوردن تباعد و بوجهته بیله زیك صعود ایدرك دیرسکلی
 مانوله صو ویا بخار مجراسنی سد ایدر حرکت بطائت کسب ایدر
 ایسه ناظم عکسی عمل اجرا ایدر .

۲۰۵ — . پروانه لر — . جوهرلری زیاده وبالخاصه محیطه
 طوغری صورت متساویه ده توزیع اولنمش بیوک نصف قطرده
 چرخلردن عبارتدر . ماکنه حرکت حالنه کچدیکی زمان

پروانه مقدار کلی ایش بلغ ایدرك سرعت عادیه واصل
اولنجهیه دکین سرعتك تزايدینی آغزلشدير بعده مقاومت
تزايدیدر ايسه پروانه حائر اولدینی قوت زندهك بر قسمنی ترك ایدوب
جوهرینك زیاده بولمسندن طولای ماکنهك سرعتی حس اولنیه جق
طرزده تناقص ایدر. بوصورته پروانه برنوع ایش خزینسه سی
مقامنده اولوب فضلہ اولان ایشی بلغ وماکنهك سرعتی تخفیف
ایتدیکی کبی قوه محرکه ازالوبده مقاومت تزايد ایتدیکی زمان
ایشندن بر مقدارینی ترك وسرعتك بردنبره آغزلشمسنه مانع
اولور. نقطه وفاتلره غلبه ایتک ایچون قول ایله جویره جکک
استعمالنده پروانهك الزم اولدینی ولوقوموتیوده استعمالنه لزوم
بولمیدینی (§ ۴۶) ده بیان اولندی. ~~مقاومتك تحولاتی معلوم~~
~~اولدینی حالده سرعت برحد معلومی ومثلاً سرعت عادیهك~~
~~جزئی تجاوز ایتیه جک وجهله پروانهك ابعادی تعیین اولنیه یلور.~~
پروانه لرده یالکز کندی مویولورینك یتاقلرینه اولان دلك
واحتکاکندن طولای غیر نافع ایشی ایجه تزید ایتلری محذوری
موجوددر.

۲۰۶ — نافع ایش. برماکنهك حاصلاتی. (§ ۲۰۱)
ین مقاومت ایشی ین و ین نافع و غیر نافع ایشلر مجموعندن
عبارت اولوب بوسیدن ین = ین + ین و یاخود (§ ۲۰۲)
ین = ین اولدیغندن ین = ین + ین اولور غیر نافع ایش نقدر
آز اولور ايسه نافع ایش محرك ایشك اولقدر بیوك بر قسمی
اوله جفندن ماکنه دخی اولقدر مکمل اولش اولور نافع ایشك
محرك ایشه نسبتنه یعنی ین افاده سنه ماکنهك حاصلاتی یاخود

اثر نافع امثالی دینلور غیر نافع ایشلری صفر قلمق ممکن اولدیغندن حاصلات دائماً واحددن کوچک اولوب واک اعلا ما کنه لرده ۰,۷۵ عددینی تجاوز ایتمز بوتقدیرجه مقاومت غیر نافع هی ممکن اولدینی درجه ده تقلیل ایتک ایجاب ایدوب بونک ایچون حرکته بولنان قسملرک عددینی تنقیص و تماسده بولنان پارچه لری برداخله رق وسط حلینه طلا اولان یاغی حسن حالده محافظه ایدرک دلکی تقلیل و پارچه لرده کی اویناقلق لری ازالته رق اهترزاتی ممکن اولدینی قدر تصغیر ایتک و سائر مه دخی دقت ایلیمک ایجاب ایدر ایه ده بواحتیا طلرک کافه سیله مقاومت غیر نافع و بوجه ته ضایع اولان ایشلر کاملاً ازاله ایدیله میهرک یالکز تنقیص ایدلمش اولور. بوصورته برما کنه فضله ایش حاصل ایده میوب یالکز محرکک حاصل ایتدیکی ایشک بر قسمی اعاده ایده بیلور. —

۲۰۷ — حرکت دائمه نك عدم امکانی — حرکت دائمه دن مقصد تأثیری یالکز محدود بر زمان دوام ایده جک بر محرک اعانه سیله دائماً اثر نافع حاصل ایتک اوزره نامتناهی ایشلیه جک برما کنه بولمق دیمک اولوب حالبوکه بر اثر نافع حاصل ایتدیکی حالده بیله محرکک اثر محدودینک ما کنه یه نامتناهی دوام ایده جک بر حرکت اعطا ایده بیلیمسی غیر ممکن اولور. فی الحقیقه (۲۰۲§) $m = m_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ و بوجه ته قوه محرکه F و مقاومت R و بونلرک نقطه تطبیق لری $F = R$ قطع ایتدک لری مسافه لر s و k اولسه $m = m_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ اولور.

بومعادله نك طرف اولك مضروب لرندن هرایکسیده محدود و عمومیتله اصغر بولندیغندن حاصل ضرب لری محدود اولوب

بوجهته طرف ثانیسی نامتناهی اوله من . بوصورته ه مقاومتی
نقدر اصغر اولور ایسه اولسون صفر اولدیغندن ف دخی
محدود بولور ماکنه بر اثر نافع حاصل ایده جکی زمان ایسه
ف نک کذلک محدود اوله جفی درکاردر .

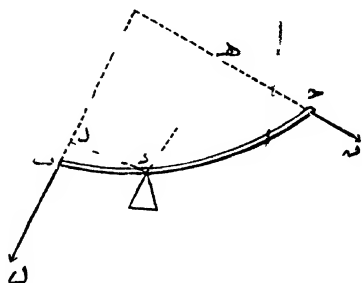
ایشک انتقالی اساسنک تحقیقی

۲۰۸ — . برماکنه محرک ایشنی نقل ایدوب و (§ ۲۰۲)
بردور حرکت ائناسنده محرک ایش مقاومت ایشنه مساوی
بولورکه بوکا ایشک انتقالی اساسی تسمیه اولور . بواساس ایکی
قوتک تحت تأثیرنده حرکت متساویه حالنده بولنان آلات بسیطه ده
بالسهوله تحقیق اولنه بیلور اول امرده حرکت متساویه اولدیغندن
ه و ک قوتلرینک موازنت حاصل ایتلمی ایجاب ایدر چونکه
موازنت حاصل ایتدکلری حالده ماکنه یه بر حرکت متحو له
اعطا ایده جک بر حاصله لری بولنق لازمکلور . ایشته مذکور
قوتلرک حال موازنتنده عطالتدنطولایي ماکنه حرکت ایدر
اساس مذکورک یالکز مانوله حقنده تحقیقیله اکتفا اولورکه
آلات سائر حقه ده دخی اشبو تحقیق بالسهوله اجرا
اولنه بیلور .

۲۰۹ — . ه و ک قوتلرینک تحت تأثیرنده (شکل ۱۳۲)
ب و د مانوله سی ملاحظه اولنوبوب بوقوتلر مانوله قولاری
نهایتلرندن عموداً تأثیر ایدرک حرکت حالنده موازنت باقی قالور

اگر هول نقطه لرینك قطع ایتدیكى قوسلر م و ه اولسه ه قوتنك ایشی (§ ۱۹۲) م م و ك قوتنك ك ه اولور ایددی ه و ك

(شکل ۱۳۲)



قوتلری موازننده بولندقلرندن (§ ۱۴۶) $\frac{L}{H} = \frac{P}{M}$ اولوب
دیگر طرفدن م و ه قوسلاری مشابه و بوجهته طوللری نصف
قطرلری نسبتنده اولدیغندن $\frac{L}{H} = \frac{P}{M}$ اولغله بوصورتده $\frac{L}{H} = \frac{P}{M}$
یاخود ه م = ك ه یعنی محرك ایش مقاومت ایشنه مساوی
بولنمش اولور ،

۲۱۰ — قوتدن قزانیلان سرعتدن ضایع اولدیغی — بوده
ایشك انتقالی اساسنك نتیجه سیدر معلوم برمحرك ایشی کنديسه
مساوی مقاومت ایشنه متناظر بولندیغندن بونهایتي ایشك
حاوی اولدیغی ایکی مضروبندن بری تزايد ایدنجه دیگرینك
تناقصی لازمککور مثلا غلبه اولنه جق مقاومت زیاده ايسه مقاومتك
قطع ایده جکی مسافه اصغر و بالعکس مسافه نك اعظم اولسی
استیلور ايسه غلبه اولنه جق قوت اصغر بولنق ایجاب ایتکله

قوتدن قزانیلان مسافه دن یاخود سرعتدن غائب اولدینی کوریلور .

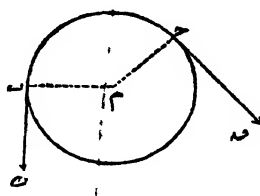
آلات بسیطه نك موازتی

حرکت متساویه حالده کی ماکنه لرده محرك ومقاومت ایشلرینک بربرینه مساوی بولنسی اساسی آلات بسیطه نك موازتی شرائطی استحصال ایتک ایچون غایت سهولتو برواسطه اولور .

۲۱۱ — مانوله نك موازتی — . (شکل ۱۳۲) ب ح و مانوله سی ه و ک قوتلرینک تحت تأثیرنده حرکت متساویه حالده بولندی حالده (§ ۲۰۸) بوقوتلر موازنت حاصل ایدرلر . حرکت حالده بوقوتلرک مانوله قوللرینک نهایتلرندن دائماً عمود قالدقلى فرض اولنه رق ه و ل نقطه لرینک قطع ایتدی قوسلرم و د ایله اشعار اولندقه ایش معادله سی $m = k \cdot \frac{v}{g}$ دن عبارت اولوب بورادن $\frac{v}{g} = \frac{m}{k}$ اولور لکن $\frac{v}{g} = \frac{m}{k}$ اولدیغندن $\frac{v}{g} = \frac{m}{k}$ یعنی قوت ایله مقاومت مانوله قوللریله معکوساً متناسب بولنقى لازمکوره کده مانوله نك (§ ۱۴۶) موازنت شرطندن عبارتدر .

۲۱۲ — ثابت ومحرك مقرر نك موازتی — . (شکل ۱۳۳) ب و ح

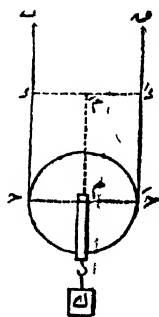
(شکل ۱۳۳)



نقطه لرینک قطع ایلدی مسافه لر بربرینه مساوی بولندیغندن ایش معادله سی $m = k \cdot \frac{v}{g}$ ثابت اولورکه بده (§ ۱۶۵) ثابت مقرر نك موازنت

شرطیدر . متحرك مقمرده (شكل ۱۳۴) اڭ زياده بسيط و عملیائده مستعمل اولان حال ایلرک موازاتی اولوب بوجالده مقره و بوجته یوکک ترغ ایده جکی مسافه م اولسه ایلردن هریری م قدر قیصه له جغندن قوتك ۲ م قدر ترغ ایتسی لازمکور . بوضورتده م = ك ایش معادله سی م = ۲ و بوسبیدن م = ۲ × ك = ۲ × ۱ = ۲ = ۱/۲ اولورکه بوده (§ ۱۶۹) ایلری موازی متحرك مقره ك موازتی شرطندن عبارتدر .

شكل ۱۳۴

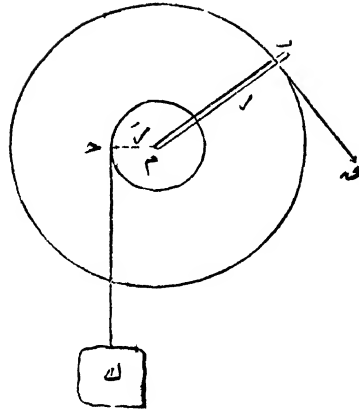


۲۱۳ — چیریک موازتی . (شكل ۱۳۵) م و ك قوتلری نصف قطرلری م و م اولان دائره لرك محیطلرینه مماساً تأثیر ایدوب بوجته له (§ ۱۹۲) م = ۲۰ π م و م = ۲۰ π م و م = ۲۰ π م اولورکه بوده (§ ۱۷۲) معادله سی م = ۲۰ π م و م = ۲۰ π م و م = ۲۰ π م اولورکه بوده (§ ۱۷۲)

چیریک موازنت شرطیدر .
۲۱۴ — سطح مائلده موازنت . سطح مائلک امتدادنجه (شكل ۱۲۵) جسمک قطع ایتدیکی مسافه ل اولسه (§ ۱۸۹) م قوتنک ایشی م محس ح × ل و مقاومتک ایشی ل × ك محس ك ث و ل = ك حسب اولغله ایش معادله سی م ل محس ح = ك ل حسب ح = ۱/ك حسب ح اولورکه (§ ۱۸۳)

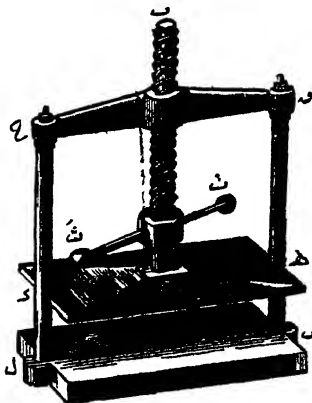
سطح مائلک موازنت شرطیدر .

شکل ۱۳۵



۲۱۵ — ویده مک موازتی — ویده (§ ۵۲) یالکز آلات دقیقه و صحیحده استعمال اولنمیوب زیاده بر قوت احداثه لروم کورلدیکی زمان دخی قولانیلور (شکل ۱۳۶) ۰ (§ ۵۳) ده اولدینی کی قوت 2π ل

شکل ۱۳۶

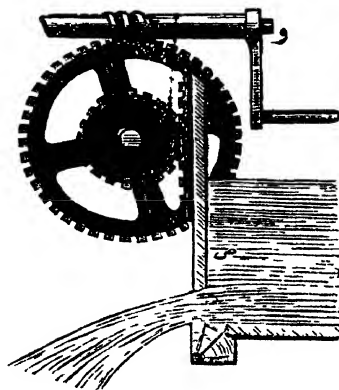


مسافه سنی قطع ابتدیی زمان مقاومت ح مسافه سنی قطع ایدوب بوجهته
ایش معادله سی $\pi ۲۰ ل = ك \cdot ح \cdot \frac{ل}{\pi ۲} = \frac{ل}{\pi ۲}$ یعنی برویده موازنتده
اولدیغی زمان قوتك مقاومته نسبتی ویده خطوه سنك قوتك رسم ایلدیگی
محیط دائرهیه نسبتی کبی اولور . علی العاده خطوه قوتك رسم ایلدیگی محیط
دائرهیه نسبتله پك اصغر بولندیغندن بیوك بر مقاومته آز بر قوتك موازنت
حاصل ایتسی ممکن اولور .

كذلك (شکل ۳۸) تفاضلی ویده ده قوتك قطع ایلدیگی مسافه $\pi ۲ ل$
ومقاومتك ح — ح اولوب $\pi ۲۰ ل = ك (ح — ح)$ ایش معادله سندن
 $\frac{ل}{\pi ۲} = \frac{ل}{\pi ۲}$ موازنت شرطی استحصال اولور .

۲۱۶ — نهایتسز ویده نك موازنتی . (شکل ۱۳۷) قوتك ومقاومتك
قطع ابتدیی مسافه لر $(\pi ۲ (۵۷)) ل$ و $\frac{ل \times ح}{\sqrt{ل}}$ اولغله $\pi ۲۰ ل =$
 $ك \cdot \frac{ل \times ح}{\sqrt{ل}}$ ایش معادله سندن $\frac{ل}{\pi ۲} = \frac{ل \times ح}{\sqrt{ل}}$ موازنت شرطی تعیین
اولور .

شکل ۱۳۷



صورتك مضروبلى نخرجه نسبتله عموميتله پك اصغر بولندقلرندن بوماكنه
از قوتله زياده بر اثر حاصل ايده ييلور .

§ ۳ مقامت غير نافعہ

دلك واحتكاك

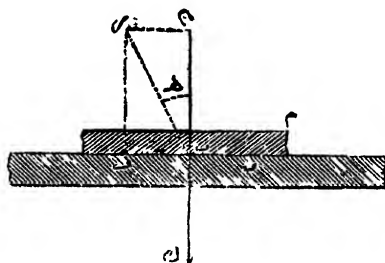
۲۱۷ — . بر جسمى بر سطح افقى اوزرنده قايديرمق ايجون
هرقنى شدنده بر قوته احتياج حاصل اولوب دها كوچك بر قوتك
تحت تأثيرنده جسمك حركت ايتديكنى تجربه اثبات ايدر . بوحالده
جسم كندى وزنيله برده كنديسنى حركت ايتديرمكه ساعى
اولان قوتك تحت تأثيرنده بولنوب بوايكي قوتك حاصله سى
مستوىيه مائل اوله رق انجق مستوينك عكس التأثيريله ابطال
اولنه بيله جكندن اشبو عكس التأثيرك دخى مستوىيه
مائل اولسى ايجاب ايدر . بو عكس التأثير برى سطحه ناظم ديكرى
ماس ايكي مركبه تحليل اولندوقده برنجيسى جسمك وزنيله
موازننت حاصل ايدرك حركته هيچ بر مقاومت ارائه ايتيوب
بوجهته جسمى^۱ حركت حالته كچورمك ايجون يالكرز ايكنجى قوته
غلبه ايتك اقتضا ايدر جسم حركته باشلامق اوزره بولندينى
زمان اشبو عكس التأثير ماسىيه حركته بدأ ائناسنده — دلك ويا
احتكاك — تسميه اولنور . عيى وجهله بر سرعت مكتسبه دن
طولايى بر جسم بر سطح افقى اوزرنده حركت ايتديكى زمان
متحرك سكونه واصل اولنجهيه دكين حركتى دائما اغرلشوب
بوصورنده جسمك حائر اولدينى قوت زنده يى ابطال ايجون

حرکتک عکسی جهته متوجه برقوتک وجودی اقتضا ایدرکه
سطحه مماس اولان اشبو قوته — حرکت حالنده دلك —
تعبیر اولنور .

دلك قوتی جسمك حرکت حالنه کچورلمسینه سعی اولمیدینی زمان
موجود اولماق وبرقوت جسمی تحریکه سعی بولمیدینی حالده
ظهور ایتک کبی خصوصیتی حائر اولوب جسم حرکت ایدنبجهیه
قدر قوت ایله برابر تزايد وحرکت حالنه کچدیکی زمان قوته
مساوی اولور . علی العاده حرکت حالنده ثابت قالمق اوزره
جسم حرکتی باشلادینی آنده برمقدار تناقص ایدر . دلك قوتی
دائما حرکتک عکسی جهته متوجه بولنور .

۲۱۸ — . زاویه دلك . (شکل ۱۳۸) افقی برترهزه اوزرینه
موضوع بر م جسمی یالکزك وزنك تحت تأثیرنده ایسه ترهزهك ۵
عکسالتأیری ك قوته مسوی وطوغریدن اوطوغریه مقابل بولنور لکن

شکل ۱۳۸



بوجسم حرکتی باشلامقیزین تزايد ایدهمامك اوزره جسمه بر م قوتی
تطبیق اولنور ایسه برقوت ف دلك قوته مساوی اولور . بوحالده

جسم ρ و κ قوتلریله تره بزه نك ρ عكس التأثيرينك تحت تأثيرنده بولنوب بوقوتلك جسمك مركز ثقلتي شاقولنك جسمك سطح تحتانیسیله تلاق ایتدیكى ρ نقطه سنه تطبیق اولندقلری فرض اولنه بیلور . جسم موازننده بولندیفندن ρ عكس التأثيرينك ρ و κ قوتلرينك حاصله سنه مساوی ومقابل بولنسی ایجاب ایدوب بوعكس التأثيرك شاقول ایله احداث ایلدیكى ρ زاویه سنه زاویه θ دلك تسمیه اولنور .

امثال دلك — . دلك قوتلك جسمك سطح اوزرینه ناظمأ اولان تضییقه نسبتته امثال دلك دینلور بوامثال ρ ایله اشعار اولندقدم $\rho = \frac{1}{2} = \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ اولور . ایدی $\rho = \frac{1}{2}$ مثلث قائم الزاویه سندن $\rho = \frac{1}{2} = \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ مماس ρ اولمغه بوصولده : $\rho = \frac{1}{2}$ مماس ρ اولوب یعنی امثال دلك زاویه دلكك مماسنه مساوی بولنش اولور .

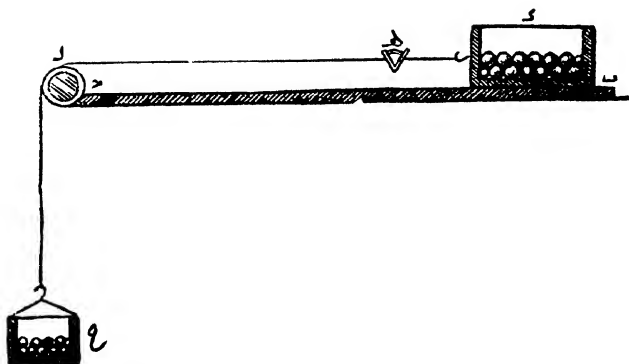
دلكك بالتجربه مطالعه سی

۲۱۹ — . حرکتیه شروع اثناسنده دلك — . قوانینی قولوب طرفندن بولنش اولوب مورن طرفندن دخی دها صحیح اصولار ایله تجربه وتکرار اولمشدر .

(شکل ۱۳۹) تمامیه مستوی میشه دن بر ρ تره بزه سی اوزان معلومه یی حاوی ρ صندیغی حامل اولوب بر ρ دینامومتره سنه مربوط براب ρ مقرره سنك بوغازندن کچه رك ح کفه سی حامل بولنور . صندوق حرکتیه شروع ایدنجیه دکن بوکفه یه تدریجاً وزنلر وضع اولنوب دینامومتره نك گوستردیکی ایک کرلسی مقداری تعیین اولنور . اشبو کرله ρ دلك قوته مساوی اولوب ρ نك صندیغك تره بزه اوزرینه اولان ρ تضییق شاقولیسنه نسبتی حرکتیه شروع آننده امثال دلکی اعطا ایدر صندیغك یوکی دکیشدیریلرک وتره بزه نك یوزیله

صنڊيڻڪ قسم تختاينسى بشقه سطحلر ايله تشكىل اولهه رق استنيلان
تجربه اجرا اولهه بيلور .

شكل ۱۳۹



۲۲۰. — حرکت اثناسنده دلك — ل مقره سنه ربط اولنان
برمشعر آلى اعانه سيله مورن صنڊيڻڪ حرڪتڪ مترايده منتظمه
اولديغنى مشاهده ايدوب بوصورته اشبو حرڪت (§ ۶۳)
برقوت ثابته ايله استحصال اولمىش اولور . حرڪتى حاصل ايدن
بقوت بالطبع ايبك ت كرله سيله و قوه احتكا كيه سى بيننده كى
تفاوتدن عبارتدر اثنائى حرڪته دينامومتره ت نك ثابت
قالديغنى ارائه ايتديكى كې ت — و دخى ثابت اولديغندن و
دخى ثابت قالب قوه احتكا كيه نك سرعته تابع بولمديغنى نمايان
اولور .

و نك قيمتى حساب ايتك ايجون صنڊيڻڪ ۵ زماننده قطع
ايتديكى ل مسافه سى دقتله مساحه اولنوب ح كفه سيله يوكنك

وزنی ه و صندیفك یوكيله برابر وزنی ك ايله اشعار اولندقدہ
 ه — ف قوتی $\frac{م+ك}{ن}$ [ث ثقلتك مقدار تعجیلی] جوهرینه
 برحرکت متزایدہ منتظمه اعطا ایدوب بوجهتله بوحرکتك مقدار
 تعجیلی ه ايله کوسترلده کده : (§ ۶۹) ه — ف =
 $\frac{م+ك}{ن} \times ح$ و حالبوکه (§ ۱۳ ، ۶) ل = $\frac{ح}{۴}$ و بورادن ح =
 $\frac{ل}{۴}$ اولدیغندن ه — ف = $\frac{م+ك}{ن} \times \frac{ل}{۴}$:: ف = ه —
 $\frac{م+ك}{ن}$. $\frac{ل}{۴}$ اولور و نك بولنان اشبو قیمتی ك ايله تقسیم
 اولهرق اثنای حرکته ط امثال دلکی تعیین اولمش اولور .

۲۲۱ — . دلک قوانینی — . (قولوب و مورن) ك تجرسی
 قوانین آتیہی اعطا ایدر .

- (۱) ° دلک تضییق ناظمی ايله متناسبدر .
- (۲) ° دلک تماسده بولنان سطحلرک جنس و طبیعتنه تابعدر .
- (۳) ° حرکتك سرعتنه غیر تابعدر .
- (۴) ° تماس سطحلرینک وسعتنه غیر تابعدر .
- (۵) ° قابل تضییق جسملرده برمدت تماسدنصکره حرکت
 اناسنده کی دلکه نسبتله حرکته شروع آننده کی دلک دها
 بیوکدر . سرت جسملرده بوتفاوت هان حس اولنیمه جق
 درجه ده در .

۲۲۲ — . تنبیہ ۱ — قوۂ احتکاکیه سرعتنه غیر تابع
 ايسه ده دلک واسطه سیله بلع اولنان ایش بو وجهله دکدر .
 تضییق ناظمی ه ، جسمك سرعتی س ، امثال دلک ط اولسه

برئانیه ده دلکک ایشی π ط \times س اولوب سرعته تابع بولور .
 ۲ — اوجنجی قانون مورن طرفدن ثانیه ده نهایت ۴ متره
 قدر محدود سرعتلر ایله تحقیق اولغش ایسه ده تجارب اخیردن
 سرعتک ثانیه ده ۲۰ متره وصولی حالنده سرعت تزايد ایتدجه
 دلکک حس اولغیه جق درجه ده تناقص ایتدیکی مستبان اولمشدر .

۲۲۳ — . مویلورک دلکی — . مویلورک یتاقلری اوزرینه
 اولان دلکی سطوح مستویه بیننده کی دلکک عیندر آلتک متاتنه
 حلل کلامک شرطیله مویلور نصف قطرلرینک اصغر اولسی
 فائده لی اولدینی بوجه آتی کوریلور . ویلور نصف قطری r
 ویتاقلره اجرا ایتدکلری تضییق ناظمی π امثال دلک ط
 ثانیه ده عدد دور π ایله اشعار اولندقدن قوه احتکاکیه μ ط
 وبوقوتک ثانیه ده قطع ایتدیکی مسافه πr اولغله بلع اولنان
 ایش $S = \pi r^2$ ط πr اولور بوصورته ایشک r
 نصف قطریله برابر تزايد ایتدیکی کوریلوب بونک ایچون نصف
 قطرلرک اصغر اولسی فائده لی اولور لکن بلا محذور مویلورک
 طوللری تزیید اولنه بیلور چونکه دلکک تماس سطحلرینک وسعتنه
 غیر تابعدر .

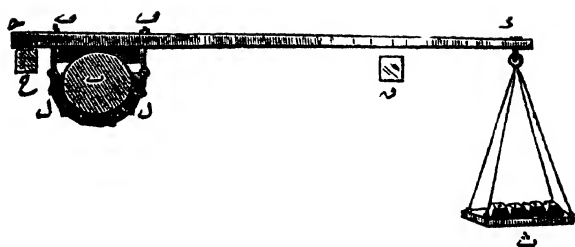
۲۲۴ — . طلا — . مناسب ماده ایله طلا اولغفله دلکک
 فوق العاده تناقص ایتدیکی تجربه دن مستبان اولور .
 مثلاً تیمورک طونج اوزرنده امثال دلکی ۲۵۰ . اولوب دائماً
 تجدید اولغق اوزره یاغ طلا اولغفله امثال مذکور ۰,۰۳ . مقدارینه
 تنزل ایدر . بوتقدیرجه تماس سطحلرینی یکدیگری اوزرندن

قایدرمق وسائطنه تشبث ایتک اساس واهم اولوب بورادن متنوع یاغدانلق آلتلرینک اهمیتی ظاهر اولور . تماس سطحلری آره سنده محافظه اولنه بیلدیکی حالده هوا پک اعلا طلادن عبارتدر . صو زیاده سهولته دفع اولمامش اولسه یاغه سسبتله ده اعلای اولوب اکثریتله دلك ایله پارچه لرك تسخین اولمسنه مانع اولمقی ایچون استعمال اولنورکه بو حالده صابون صوی دها مرجحدر .

۲۲۵ — . دلكك تطبیقاتی . دلك مقاومت غیرنافعه دن اولوب قوه محرکه نك برقمسنى فائده سز اوله رق بلع ایدر مع هذا احوال مختلفه ده فائده لی اولوب (§ ۵۸) انسان و حیوان ولو قوموتیولرك حرکتی دلك واسطه سیله اولدیغی کبی چیسوی ویا ویده اعاه سیله مربوط جسملرك آیرلاملری وقایش ایله تحویل حرکاتك ممکن اولمسی وخفیفجه میللی مستویلر اوزرینه موضوع جسملرك قایماملری ینه دلك ایله اولور . عربه فرنلری ویده یی حاوی برمانوله واسطه سیله تکرلکلره تضیق اولنه بیلان اخشاب پارچه لردن عبارت اولوب بوصورتله حاصل اولان دلك محرك ایشك برقمسنى بلع ایدرك حرکتی آغراشدیرر .

۲۲۶ — . پرونینک فرن دینامومتریکی . بر فابریقه نك محرك اغاجنك ویردیکی ایشی اولچمك ایچون پرونی دلکی غایت صنعتلی صورتده قوللانه بيلمشدر . (شکل ۱۴۰) اشو فرن بر ث کفہ سی تعلیق اولنان ف ح چو غندن ترکب ایدوب بوجبوق ف و ویده لر یله استلیدیکی کبی صقیشدیر یله بیلان اخشاب و ل ل ی بیله زیکی واسطه سیله محرك اغاجی احاطه ایدر . ح و و پارچه لری

(شکل ۱۴۰)



اڭاجك دوراندن طولايي مانوله نك حرڪته مانع اولورلر . ايشى اولچمك ايجون ماكنه لرك تحويل حرڪاتي حذف اولنوب اڭاج ينه سرعت عاديه سنى اخذ ايدنجهيه دكين بيله زيك صيقشديرلدقن صكره مانوله افقى طورنجهيه دكين كففيه وزنلر قونيور بوضورنده دلك اڭاجك ماكنه لره ويرديكى ايشى بلع ايتمش اولور .

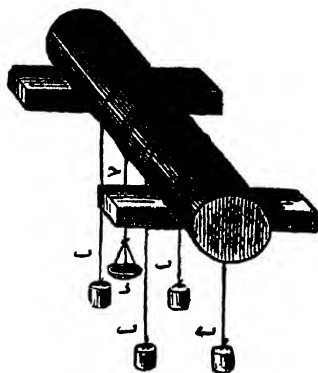
قوة احتكاكيه π اڭاجك نصف قطرى r ثانيه ده عدد دورى ω ايله اشممار اولندقده $\pi r \omega = v$ اولور مانوله افقى اولدينى زمان t وزنلرى w قوة احتكاكيه سى موازنت حاصل ايدوب L و r مانوله قوللرينك نهايتلرندن تاثير ايتدكلرى ملاحظه اولندقده (§ ۱۴۵) $v = \omega L$ اوله رق ايش افاده سنده $v = r$ يرينه t $L = \pi r \omega t$ وضع اولندقده $\pi r \omega t = L$ اولوركه بودستوره داخل اولان كافه مقادير اولچيله ييلور . آتلك وزنى دخى داخل حساب اولغش اولوق ايجون π محنه مانوله $\pi r \omega t$ موازنت حاصل ايدمك وجهله برخالف ثقات وضع اولنه ييلور

ویا خود چو غك و اوجی بر دیناموه تریه تعلیق اولنوب ث
کفه سنده آلتك وزنیله موازنت حاصل ایده جك وزنلر وضع
اولندقدنصکره بعده کفه یه قونیه جقی وزنلر علاوه اولنور .

۲۲۷ — یوارلنمه حالنده دلك — بر مستویء افقی اوزرنده
بر اسطوانه یی یوارباق و یا حرکت متساویه سنی محافظه ایده بیلیمك
ایچون هر قنی بر قوت اقتضا ایتدیکندن سطح یوارلنمه دخی
بر مقاومت اظهار ایتمش اولور که بومقومت یوارلنمه حالنده دلك
ویا خود ایکنجی نوعدن دلك تسمیه اولنور .

(شکل ۱۴۱) بر اسطوانه غایت افقی طبان کیریشلری اوزرینه
وضع و اوزرینه کجوریلان ایلرک نهایتلرینه اوزان متساویه ربط

(شکل ۱۴۱)



اولنهرق ایجابنه کوره یوکی تزیید اولندقدن متعدد دفعه اسطوانه
صاریلان بر ه اینه تعلیق اولنان و کفه سنه موضوع وزنلر ایا
اسطوانه حرکت ایتدیر یله بیلوب بونجربه لردن قوانین آتیه ظاهر
اولور .

۲۲۸ — . یوارلنمه حالنده دلك قوانینی — . (۱) ° یوارلنمه
مقاومت تضییق ایله متناسبدر (۲) ° یوارلنان اسطوانه لرك نصف
قطر لریله معكوساً متناسبدر . یوارلنمه اولان مقاومت سر،
یوارلنمه دلكنك امثالی گط اسطوانه یوکی و نصف قطری
ه ایله اشعار اولندقدہ سر = گط اولمش اولور . یوارلنمه
امثال دلکی قایمه امثال دلکنه نسبتله پك اصغر اولوب بوسییه
مبنی قایمه یرینه یوارلنمه وضع واقمه ایتمك تحری اولور . قزاق
یرینه عربہ لرك قوللانیمسی کی قایمه ویوارلنمه حالنده سطح لرك
حاله نظراً امثال وزاویه دلکی محتوی جدول آتی اعطا
اولمشدر .



امثال دلك

قايمه دلكى				سطحلك حالى	تماسده بولنان سطحلك جنبى ميشه نك ميشه اوزرنده
حركت اشنا سنده		حركت شروع آئنده			
م	ط	ه	ط		
۳۵,۳۹	۰,۴۸	۳۱,۴۸	۰,۶۲	طلا سز	»
۱۴, ۳	۰,۲۵	۳۵,۲۳	۰,۷۱	صوابله اصلا نكش	»
۹, ۶	۰,۱۶	۲۳,۴۵	۰,۴۴	قورى صابونله طلا	»
۴,۳۵	۰,۷	۱۰,۴۶	۰,۱۹	ايچ ياغي له طلا	»
۳۱,۴۸	۰,۶۲	۳۱,۴۸	۰,۶۲	طلا سز	تيورك ميشه
۱۴,۳۵	۰,۲۶	۳۳,۲	۰,۶۵	صوابله اصلا نكش	اوزرنده
۴,۴۰	۰,۰۸	۶,۵۱	۰,۱۲	ايچ ياغي له طلا	»
۲۹,۱۵	۰,۵۶	۱۵,۳۹	۰,۲۸	طلا سز	»
۱۹,۴۸	۰,۳۶	۲۰,۴۹	۰,۳۸	صوابله اصلا نكش	مئين قايش تيورك
۱۱,۱۹	۰,۲۰	۱۰,۴۶	۰,۱۹	طلا سز	مقره اوزرنده
۴,۵۰	۰,۰۹	۶,۰	۰,۱۰	اريدلمش ياغ	»
۴,۳۵	۰,۰۷	۶,۵۱	۰,۱۲	زيتون ياغى	»

مويلولرك يتاقلرى اوزرينه دلكى يوازلنه حالنده دلك

ط	تيورك صا رعى ايله عربه لرك افق شوسه اوزرنده يوازلنه لرى	ط	سطحلك حالى	تماسده كى سطحلك
۰,۰۰۱۲	يكي چاقل دوشمنش بول	۰,۱۴	طلا سز	فونتك فونت اوزرنده
۰,۰۰۶۳۴	عادى	۰,۰۸	اريدلمش ياغ ايله طلا	»
۰,۰۰۴۱۴	قالديرملى	۰,۱۹	طلا سز	فونتك طونج اوزرنده
۰,۰۰۲۳۸	حسن حالده محافظه	۰,۰۷	ياغ ايله طلا	»
۰,۰۰۱۵۰	اولنان طاش	۰,۲۵	طلا سز	تيورك طونج اوزرنده
۰,۰۰۱۰۲	ميشه طبان اوزرنده	۰,۱۹	صوابله اصلا نكش	»
۰,۰۰۰۳۵	تيورك صا رعى اوزرنده	۰,۰۹	طون ياغى	»
۰,۰۰۰۱۲	رايلر اوزرنده	۰,۰۷	اريدلمش ياغ	»
		۰,۰۳	داثما نجيده اولنان ياغ	»

ذیروح محرک لک صورت استخدامی	۳	۲	۱	۰	۱
خفیف میل و یا نزد باندن بوکسر چقان بر آدمک	ساعت	کیلو گرام	متره	کیلو گرام	متره
وجود ینک ثقلتی ترفیع ایتمکدن طولانی ایش	۸	۶۵	۰,۱۵	۹,۷۵	۴۳۰۸۰۰
ر عمله بر متره واسطه سیله بر یوکی ترفیع ایتمسی حالنده	۶	۱۸	۰,۲۰	۳,۶	۷۷۷۶۰
ر عمله نك الیله بر یوکی ترفیع ایتمسند	۶	۲۰	۰,۱۷	۳,۴	۷۳۴۷۰
خفیف میل و یا نزد باندن یوکه ارقه سندله اولدینی	۶	۶۵	۰,۰۴	۲,۶	۵۶۱۶۰
حالدله صمود و بوش اوله رق ایندیکی حالده	۶	۶۵	۰,۰۴	۲,۶	۵۶۱۶۰
۴۴ میلنده ال عربیه سیله مالز مه نك ترفیعی حالنده	۱۰	۶۰	۰,۰۲	۱,۲	۴۳۲۰۰
۱,۶۰ متره ارتفاع وسطی به قازمه ایله	۱۰	۲,۷	۰,۴۰	۱,۰۸	۳۳۸۰۰
تراک آتله سندله					
ر عمله محور حذا سندن چیوبلی چرخه تأثیرنده	۸	۶۰	۰,۱۵	۹	۵۹۲۰۰
اشاغیدن چرخ مذکورده تأثیرنده	۸	۱۲	۰,۷۰	۸,۴	۱۵۱۱۲۰
ر مانولله بی چور دیکی حالده	۸	۸	۰,۷۵	۶	۷۲۸۰۰
بر بار کیرمه به قوشولی اوله رق عادی خطوه ایله	۱۰	۷۰	۰,۹۰	۶۳	۱۶۸۰۰۰
» » » » سرعتی خطوه ایله	۴,۵	۴۴	۲,۲۰	۴۶,۸	۵۶۸۱۶۰
بر بار کیر مانزه قوشولی اوله رق عادی خطوه ایله	۸	۴۵	۰,۹۰	۴۰,۵	۱۶۶۴۰۰
» » » » سرعتی خطوه ایله	۴,۵	۳۰	۲,۰۰	۶۰	۱۷۲۴۰۰
بر اوکوز مانزه قوشولی اوله رق عادی خطوه ایله	۸	۶۰	۰,۶۰	۳۶	۳۶۸۰۰
» » » » » راست	۸	۳۰	۰,۹۰	۲۷	۱۷۷۶۰۰
» » » » » بر مرکب	۸	۱۴	۰,۸۰	۱۱,۲	۲۲۵۶۰

مصادیق
۲۵
معلی

سیالاتك مقاومتی ، مصادمه ، ایپلرك خشوتی

۲۲۹ — . واسطه نك مقاومتی — . مثلاً صو دروننده حرکت ایدن جسم صودن بر مقاومت اخذ و بوسبيله محرك ایشك بر قسمی ضایع ایدرك دروننده حرکت ایندیكى بو واسطه نك اجزاء فردیه سنه بر حرکت اعطا ایدر .

واسطه لرك مقاومتلری سرعتی و حرکت ایدن جسمك وسعتی تابع بولندیفندن دلکدن فرق اولنور . سیالاتك اشبو مقاومتی (۱)° مایهك کثافتیه (۲)° حرکتك استقامتی عمود جسمك الك بیوك مقطعیله (۳)° سرعتك مربعیله متناسبدر قوشلرك طیرانی مقاومت هوا بالق وکیلرك حرکتی صویك مقاومتیه حصوله کلور .

۲۳۰ — . مصادمه — . اکر جسملر پك یومیشاق ایسه لر حین مصادمه ده عین جوهرده بر جسم حاصل اوله جق وجهله شکلری تغیر ایدوب سرعتی جسملرك سرعت و جوهرلرینه تابع بولنور .

اگر جسملر الاستیقت تامه یی حائر ایسه لر تماسده شکلری تغیر ایدوب بعده یه شکل اصلیلرینی اخذ ایدرلر . یومیشاق جسملرك مصادمه سنده شکللرینك تغیری دوام ایندیکنندن ایش ضایع اولور . اکر جسملر کاملاً الاستیقی ایسه لر شکللرینك تغیری اناسنده بلع اولنان ایش حال اصلیه رجوعده اعاده اولنوب ایشك هیچ برضایعی واقع اولمز .

ماکنه لرده مصادمه لر دائماً بر مقدار ایش ضیاعنی موجب اولورلر .

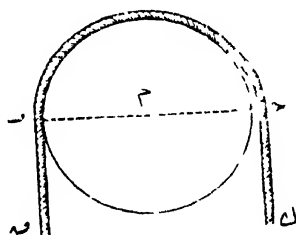
چونکه اول امرده جسملر تماماً السیتی دکلدرلر ثانیاً مصادمه لر اهتزازاتی تولید ایدرک ایش ضایع اولوب بوندنبشقه ماکنه نك اجزاء مختلفه سی صارصله رق^{۱۳} چابوق فناشور . اگر بعض مصادمه الزم ایسه زیاده السیتی جسملر ارسنده وقوعه دقت اولمیلدر .

مصادمه قوتی شاهمردان وهوان الی طوقاقلری وچکیج وسائرده نافع اوله رق استعمال اولنوب بو آلتلرک حین سقوطلرنده حائر اولدقلری قوت زنده پک کوچک برطولده صرف اوله رق پک زیاده مقاومته غلبه ایدیله بیلور .

۲۳۱ — . ایپلرک خشوتی — . برایپک خشوتی بر جسمه صارله سنه اولان مقاومتیدر ایپلرک خشوتی ضعف ایش ضیاعنی موجب اولورلر . اول امرده بوکک وصارمق ایچون برقوته احتیاج حاصل اولور .

بعده (شکل ۱۴۲) مقاومتک ربط اولدینی ایپک > اوجی اسطوانه

(شکل ۱۴۲)



اوزرینه تماميله تطبیق اولنمیوب قوتک تأثیر ایتدیکی ب اوجی ایسه اسطوانه یه بالتمام تطبیق اولنور . بو صورتده مقاومتک م >

مانوله قولى ترايد ايدرك موازنت حاصل ايتك ايچون دها بيسوك
برقوته احتياج حاصل ايدر . برايك خشوتى اسطوانهك قطريه
معكوساً متناسب اولوب سرعته غير تابعدر ايك جنس وطبعى
بوكونمكه اولان قابليتى درجهسى ويكى وياخود مستعمل بياض ويا
قطرانلى ، قورو ويا ياش اولديغنه نظراً تبدل ايدر اشبو احوال
مختلفه يى داخل حساب ايتك ايچون مختلف جدوللر موجوددر .



ایکجنی فصک

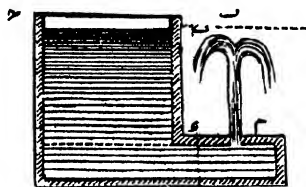
متنوع محرک

§ ۱ محرک مائی

مایماتک جریانی - آلات محرکه مایه

۲۳۲ - توریسمللی دعواسی - (شکل ۱۴۳) ده
کوستریلان برقاب هر قنئی بر مایع مثلا صو ایله املا ایدیلرک م

(شکل ۱۴۳)

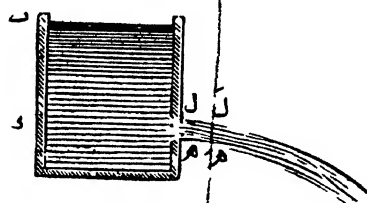


محلده برتقبه آچیلور ایسه صو همان قابک ب ح تسویه فوقانیسه
قدر فوران ایدر. (§ ۱۸) ده اشاغیدن یوقارویه آتیلان بر جسمک
بر ح ارتفاعه قدر واصل اوله بیلسیچون س $\sqrt{2} \text{ ح}$ سرعت
ابتدائییه سنی حائز اولسی ایجاب ایتدیکندن ب و بعد شاقولیس
ح ایله ارائه اولندقدده « تسویه فوقانیسنده هر قنئی بر عمقده
برقاب آچیلان بردلیکندن جریان ایدمک اولان مایع جزو

فردلری بوتقیه واصل اولدقلری زمان خلاده سربسته
سقوطلرنده بر ح ارتفاعدنصره کسب ایده جکلری سرعتی
حاضر اولورلر .

۲۳۳ — صویک صرفیاتی — هر قنی بر مایعک (شکل
۱۴۴) مدور بر ل ه ثقبه سندن جریانی حالنده ثقبه نک هان
یقینده ول ه محله دکیک مایع مقطعنک کوچلدیکنه دقت

(شکل ۱۴۴)



اولنه بیلور . بوده مختلف حتی یکدیگرینه مقابل استقامتلردن
ثقبه واصل اولان جزؤ فردلرک اسطوانه شکلنده صویک جریانی
حاصل ایتک ایچون افقی استقامتلری بردنبره الهیه رق مقعرلنی
خارجه متوجه منحنی رسم ایتکه مجبور اولملرندن ایلرو کلور .

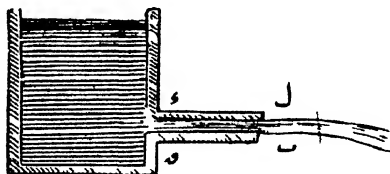
اشبو ایکی مقطعک قطرلری بالمساحه ۱۰۰ دن ۸۹ نسبتنده
تناقص ایتدیکی کوریلوب مقطعلرک سطحلری ایسه قطرلرینک
مربعلریله متناسب اولدیغندن اسطوانه مائینک تناقص ایدن
مقطعنک مساحه سطحیه سی ثقبه نک مساحه سنک ۰,۶۲۴۱ و
تقریباً ۰,۶۲ قسمی اولدینی ایمان اولور .

واحد زمان ظرفنده قاعده سی اسطوانه مائینک تناقص ایدن
مقطعی و ارتفاعی سرعیدن عبات براسطوانه حجمنده مایع جریان
ایتدیکندن ل ه ثقبه سنک مساحه سطحیه سی ه و مایع ب و
تسویه فوقانیه سنک ارتفاعی ح ایله اشعار اولندقد ه ثانیه
ظرفنده صویک ک صرفیاتی

$$ك = ۰,۶۲ \times ۵ \sqrt{۲} ح \text{ دستوريله حساب اولنور .}$$

(شکل ۱۴۵) ثقبه طولی قطریک ایکی ویا ایکی بچق مثلندن
دها زیاده جه اسطوانه وی بربرو علاوه اولدینی حالد ه بوصرفیات

(شکل ۱۴۵)



براز تزايد ایدر . زیرا ه ثقبه سنه کلان مایع مقطعی بورو
داخلنده بوجه بالا بر مقدار تناقص وجریان ایتدیکی اثناده
بورینک دیگر نهایتندن هوای نسیمینک تضیقيله شیشه رك قابک
ل و ثقبه سنه مساوی اولور . انجق بوکا مقابل سرعت ۰,۳۸
نسبتنده تناقص ایتدیکندن صرفیات $ك = ۰,۸۲ \times ۵ \sqrt{۲} ح$ دن
عبارت اولمش اولور .

مثلا قابک ثقبه سنک قطری ۲ و ارتفاعی ۴۰ سانتیمتره اولدینی

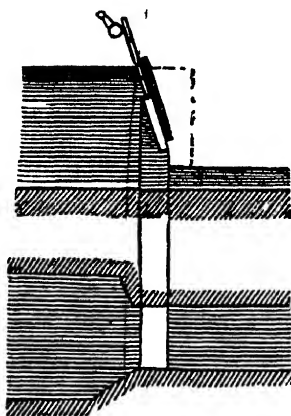
حاله برثانيه ده جريان ايدن صويك مقداری يعنى صويك صرفياتى
برنجى حاله نظراً ۵۴۵ وايتكنجى حاله ۷۲۱ سانتيمتره مكعبى
اولور .

۲۳۴ — . مياہ جاريه ده صرفيات — . قنال و ايرمقلردرونده
برسطح مائل اوزرنده اولدينى كى يتاغك ميلى وجاذبه ارضك
تأثيريله صو جريان ايدر . يتاغك سطحه صويك دلکندن
طولايى صو جزؤ فردلرينك سرعتى سطح مذکوره طوغرى
تناقص ايتك اوزره بولنور . نهرك برمقطع عرضاينسندن واحد
زمان ظرفده مرور ايدن صو حجمه (صرفيات) دينلوب
ومقطع مذکور ه واشبو صرفيات ك ايله اشعار اولنه رق
ك = ي نسبتته دخى جريان سرعت وسطيه سى تسميه اولنور .

ي سرعت وسطيه سى صويك سطحده كى سرعتك ۸۰ . قدرى
اولدينى بالتجربه نمايان اولديغندن حريانه بر جسم سايج ترك و ۵
زمانده قطع ايتديكى ف مسافه سى اولچيله رك س = ۲۰ دستوريله
سرعت سطحه بولندقدن صكره ۸۰ . ايله ضرب اولنه رق ي
تعيين اولنور . ه مقطعنك مساحه سى ايجوندخى ايرمغه عرضانى
برايب كريلوب معين مسافه لده مثلاً ايكي متره دن ايكي متره يه
اسقنديل اولنه رق نهرك بونقطه لده عمقى تعيين ومسافات مذکوره
ايله عمودلر هر قفى برمقياس ايله كاغد اوزرينه كچيرلدكدنصكره
حاصل اولان شكلك مساحه سى تعيين اولنور بوندنصكره
ك = ه × ي دستوريله صويك صرفياتى حساب اولنمش
اولور .

۲۳۵ — . صواق و بند — . برفا بريقه ايجون صويك محرك

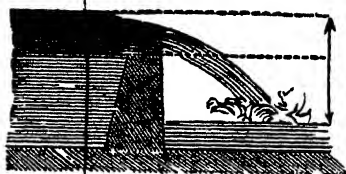
اوله رق استعمالی حالده (شکل ۱۴۶) ده اولدینی کبی قسال
ویا ایرمغه انشا اولنان عرضانی برحائلک قسم تحتانیسنده استلیدیکی
(شکل ۱۴۴)



کبی آچیلوب قپانه بیلان برصواق درونندن ویاخود (شکل ۱۴۷)
بربند اوزرندن جریان ایتدیریلور برنجی حالده صواقدن خروج
ایدن صویک مقطعی بالاده بیان اولدینی کبی تناقص ایتدکدنصکره
سطح اعلاسنندن ارتفاعی ح وخروج ثقبه سنک سطحی ه ایله
اشعار اولندقدده ک صرفیاتی ک $= ۰,۶۲ \sqrt{۲} \text{ ح}$ دستوريله
حساب اولنور اکر (شکل ۱۴۶) ده کی کبی صواق شاقولی
اوله جق یره افق ایله ۵° قدر برزاویه تشکیل ایدر ایسه $۰,۶۲$
امثالی $۰,۸۰$ مقدارینه ترفع ایدر . ایکنجی حالده (شکل ۱۴۷)
بندک اوزرنده صویک ارتفاعی ح وثقبه نک عرضی ل ایله
اشعار اولنور ایسه صرفیات ک $= \text{م} \text{ ح} \sqrt{۲} \text{ ح}$ دستوريله
حساب اولنورکه م مقداری ح ارتفاعيله و ل عرضنک
ایرمغک عرضنه اولان نسبتيله تحول ایدن برامثال اولوب وسطی
اوله رق $۰,۴۰$ آلنه بیلور ایسه ده آنجق اکثریا فابریقه لرده

اولدینی کی بندك عرضی جریانك عرضی قدر ایسه ۰,۴۴ .
 اخذ اولنور .

(شکل ۱۴۷)



۲۳۶ — صویك سقوطی — . برماء جارینك قوه محرکه
 اوله رق استعمالی ایچون عرضانی برحائل انشا اولنه رق ایکی
 آقندی یعنی منبع و روزکار یعنی منصب قسملرینه تفریق اولندقه
 حائلدنطولای صویك تسویه سی آقندی طرفنده ترفع و روزکار
 طرفنده تنزل ایدر بوحالده صویك ایکی جهتده تسویه سی
 دکیشمیه جك صورتده صواق ترتیب اولنور ایسه هر قنی برزمانده
 تقبه دن چقه جق صویك مقداری ماء جارینك کیف ماتفق
 برمقطع عرضانیسندن کچه جك صویه مساوی اولور .

برزمان معلومده جریان ایدن برحجم صویك و وزننك
 ح سقوط ارتفاعنه یعنی آقندی و روزکار طرفلرنده صویك
 ایکی تسویه سی یننده کی تفاضل ارتفاعه حاصل ضربنه (سقوط
 قوه مطلقه سی) تسمیه اولنوب کیلو غرام متره دن عبارت اولان
 بومقدار ۷۵ ایله بالتقسیم جریانك قاج بخار بارگیری قوتنده
 اولدینی اکلاشیلور مثلاً صرفیات ۸۰۰ لیتره و ارتفاع سقوط
 ۲,۵۰ متره اولسه و وزنی ۸۰۰ کیلو غرام اولوب سقوط

قوة مطلقه سی $۸۰۰ \times ۲,۵۰ = ۲۰۰۰$ كيلو غرامتره $= ۲۶ \frac{۲}{۳}$
 بخار بارگیری اولمش اولور . صویک بند اوزرندن جریانی حالنده
 کرک متحرک سوکه لرو کرک صو اوزرندن جریان ایده جک وجهله صویه
 طلدریلان برصواق اعانه سیله بندک ارتفاعی ایکی جهنده کی صو
 تسویه سی دیکشمیه جک صورتده ترتیب اولسوب بوصورته
 (شکل ۱۴۷) مذکور ایکی تسویه یننده کی تفاضل ارتفاع کذلک
 ح ارتفاع سقوطنی اعطا ایدر .

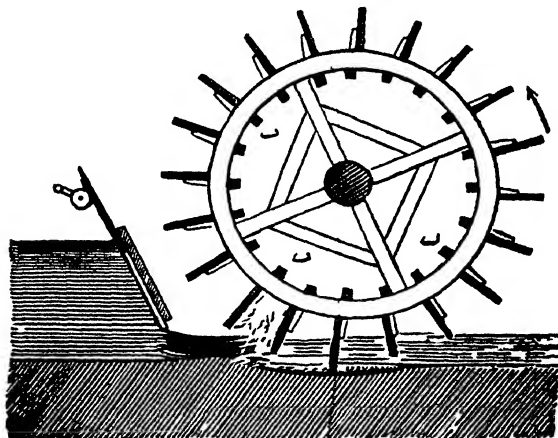
۲۳۷ — . جریانک تأثیرینی فابریقه نك آلات متنوعه سنه
 ایصال ایده جک کافه ماکنه لره (آلت محرکه مائه) دینلور
 مایعک آلت محرکه یه تصادفیه حاصل اوله جق مصادمه دن وبرمقدار
 مایعک قنالک کنار یله آلتک ارسندن خروج ایله صرفیاتندن
 وکذا صویک صفر اوله میان هر قنی برسرعتله آلتی ترک ایتمسندن
 طولای آلات محرکه نقدر مکمل اولور ایسه اولسون کافه سقوط
 قوتندن استفاده ایدیه میه جکی ظاهر اولور .

اک اعلا بر آلت محرکه سقوط قوة مطلقه سنک ۸۰ . مقدارینی
 نقل ایده بیلوب قوة مذکوره نك ۶۰ . قدرینی نقل ایده بیلان
 بر آلت محرکه مائه فائده لی عد اولنه بیلور . بر آلت محرکه نك
 فائده لی اوله بیلیمسی چون صویک آلتیه ممکن اولدینی قدر آز مصادمه
 ایله تصادف ایتمسی و آلتک کنار لرنده صو بلا تأثیر ضایع اولماسی
 و صویک آلتی ممکن درجه ده آز سرعتله ترک ایتمسی ایجاب ایدر .
 بر آلت محرکه صفر سرعتی حائر اولسه هیچ برایش نقل
 ایده میکی کبی جریانک سرعتی قدر برسرعتی موجود بولنسه صو
 آلت اوزرینه هیچ بر تأثیر اجرا ایتمیه جکندن ینه نقل ایده جکی

ایش صفر اولور . بوسورتنده اشبو ایکی نهایت حدی ینسنده
سرعتك ایشی اعظمی قیله جق بر قیمتی اولوق مقتضی اولوب
بوسرعتك اشبو اثر اعظمی بی حاصل یعنی آلت محرکه مائیه ك
اك زیاده ایش نقل ایده بیلمسی ایچون دخی مقاومتلری مثلاً
دستگاهلرك عددی اكا كوره ترتیب ایتك ایجاب ایدر .

۲۳۸ — قنادلری مستوی اولوب صوی التدن آلان
چرخلر — (شکل ۱۴۸) بر ح محور افقیسی اوزرینه
مربوط ایکی (ب ب) چرخلری شكلده) بری دیگر

شکل ۱۴۸



اوزرنده مرتسم کوریلور (نصف قطرلری استقامتنده قنادلر ایلا
تجهیز اولنوب برصواق ایله اداره اولنان برتقبه دن خروج ایده
صو قنادلر اوزرینه تاثیر ایدرك سهم جهتنده چرخك دوراته

حاصل ایدر . قالك مجراسی قنادلرك اوجلرندن رسم اولسان
محیط دائرهك نقطه تماسه دكين مستوی وخفیفجه میللی اولوب
بوندنصكره ایکی قنادك فاصله سنك ضعیفی احاطه ایده جك قدر
اولان ك ح قسمی مدور ودها صكره كذاك مستوی وخفیف
میللی اوله رق انشا وبواسطه ایله قنادلر ایله مجرا ارسندن
ضایع اوله جق صویك مقداری تنقیص ایدیلور .

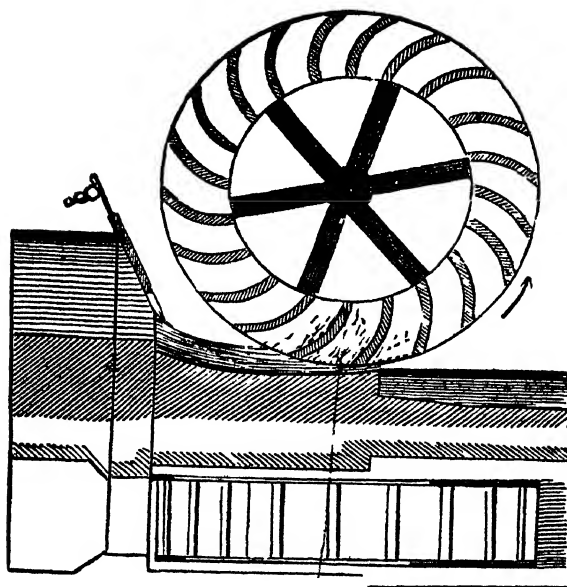
چرخك طالدرلدینی قنال دخی یانطرفلردن قالك صویك
آقندی جهته کی تسویه سنی تجاوز ایده جك ارتفاعده شاقولی
دیوارلر ایله تحدید اولنور .

س ایله صواقدن چقان صویك سرعتی و س ایله قنادلرك
نهایتلرندن مرور ایدن محیط دائره اوزرنده کی چرخك سرعتی
اشعار اولسه بویکی سرعت بیننده اك فائده لی نسبت $س = ۰,۴۰$ س
دن عبارت اولدینی بالتجربه اكلا شلمشدر چرخك حاصلاتی $۰,۳۰$
دن یعنی سقوط قوتك یوزده اوتوزندن زیاده دكل ایسه ترتیب
مبحوث ایله $۰,۵۰$ مقدارینه واصل اولور . ارتفاع سقوط
اصغری تقریباً $۰,۵۰$ مقدارینی تجاوز ایتدیکی حالدده بوچرخلرك
استه الی مناسب اولوب فیثاتلری اهون و تعمیرلری اسهل اولدینی
کبی اکثریا فابریقهك احتیاجاتی ایچون لزوم کوریلان زیاده سرعتله
حرکته مساعد بولمق کبی فوائدی جامعدرلر . بوچرخلره اکثریا
۶ : ۷ متره قطر اعطا اولنور .

۲۳۹ — صوی التدن آلان منحنی قنادلی چرخلر —
(شکل ۱۴۹) « بونسله » نك اشبو چرخلرنده صویك قنادلره

دخولنی تسهیل ایچون' مجرا (باسط دائره) منحیسی شکلده
انشا اولنوب صویک صواقدن خروجی سرعتی س ایله اشعار
اولندقدمه چرخه ویریله جک اک مساعده سرعتک س $= ۰,۵۵$ س
دن عبارت اولدینی بالتجربه تبین ایتمشدر .

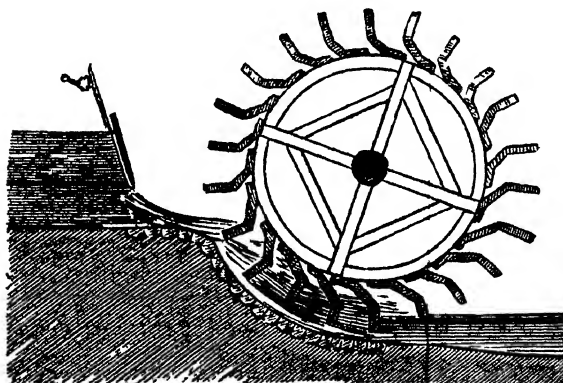
(شکل ۱۴۹)



بونوع چرخلرک دخی صویک ۱,۵۰ متریه دکین ارتفاعات
صغیره دن سقوطی حالده استعماللری مناسب اولوب بو حالده
حاصلات ۰,۶۵ در . بوچرخلر دخی اولکیلر مثللو زیاده
سرعتله ایشلیه بیلوب ۴ : ۶ متره قطرنده اعمال اولنورلر .

۲۴۰. — مجراسی مستدیر یاندن سو آلان چرخلر . —
 (شکل ۱۵۰) بونوع چرخلرک مستوی قنادلی چرخلردن
 اولان فرقی شکله^۲ اولدینی کبی قنادلر بمضکره منکسر اوله رق
 اعمال اولنوب صوی محورک براز اوزرندن ویانظر فدن اخذ
 ایدرلر . بوچرخلره ۴ متره دن آ ز قطر اعطا اولنیوب ۱,۵۰
 الی ۳ متره به دکی ن وسطی^۱ سقوطلر حالنده استعمال اولنورلر .

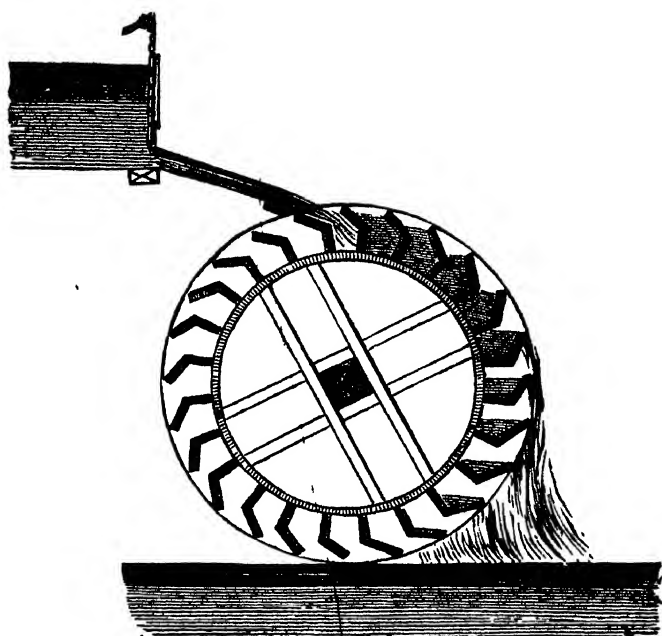
(شکل ۱۵۰)



صورت مطلوبه ده ترتیب اولندقلری حالده زیاده سرعتله ۷۰,۰
 وبطی حرکتله ۸۰,۰ حاصلات اعطا ایدرلر .

۲۴۱. — کردلی چرخلر . — (شکل ۱۵۱) ذو کثیر الاضلاع
 ویا منحنی الشکل (کردل) تعمیر اولنان قنادلره صو یوقارودن
 سرعت اضافیه سی لرائل اوله رق داخل اولوب ثقلیتله چرخ
 دوران ایتدیرر . بوچرخلر ۸ : ۹ متره به دکی ن سقوطلره
 مخصوص اولوب ۱,۳۰ متره به دکی ن از سرعتله حرکتلری حالنده

(شكل ۱۵۱)



حاصلات ۰,۸۰ قدر اولور ايسهده سريع حرڪتلى حالىده
چرخك دورانندن صويك زياده برقسى كردلردن خارجه
دوكيلوب ۰,۵۰ به تنزل ليجلا .

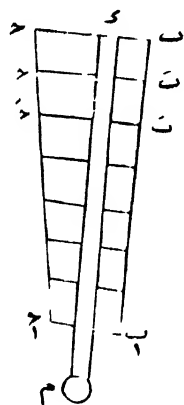
۲ روزكارك محرك اولسى .

۲۴۲ - روزكار دكرمنلى تحريك ايچون محرك اولهرق
قوللانيلور روزكارك قوتنى نقله واسطه اولان آلت محركه
روزكارك استقامت عاديہ سنجہ يعنى افقہ ۱۸ درجہ قدر ميلندہ

بر محور اوزرینه طاقلمش درت قنadden مرکب اولوب دکرمنی
تشکیل ایدن اخشاب بنا بر میل اوزرنده متحرک اوله رق
استلدیکی زمان اوزون برمانوله اعانه سیله روزکار جهته
چور یله بیلور .

مکمل دکرمنلرده محور بنامک طامنه تثبیت اولنوب
دائرة وی اویوق اوزرنده کوچک تکرلکله اوزرنده متحرک
اولان اشبو سقف ارقه سنده یلکنی واسطه سیله کندی کندیسه
روزکار جهتی اخذ ایدر . هر بر قناده (شکل ۱۵۲) محور
دورانه عمود م و قولیله مساوات متساویه ده ب , ک , ح , گ , ح

(شکل ۱۵۲)



..... پ , ح عرضانی چوقلردن متشکل اولوب بونلر بر بز
ایله ستر اولندقلری حالده سطح یساریه شبیه بر سطح منحنی

حاصل ایده جک وجهله^۷ قوله عمود فقط محوره نظراً غیر مساوی میلرده ترتیب اولنورلر .

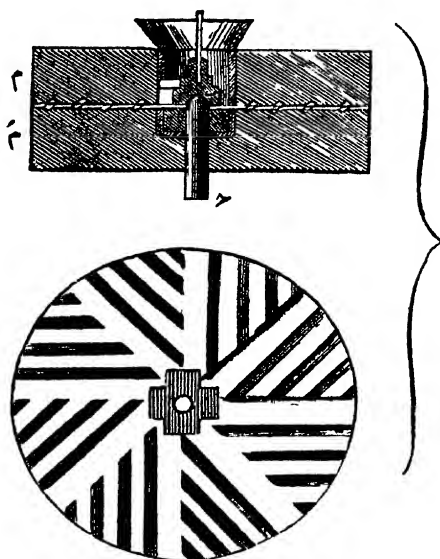
۲۴۳ — . اڭ فائده لی شروط . بود کرمی تحریک ایده بیلیمک ایچون روزکارک سرعت اصغریه سی ثانیه ده ۲ متره اولق لازمکلوب ۱۰ متره سرعت اڭ فائده لی و ۱۰ متره دن زیاده سی مضردر . برقادک سطحی ط متره مربعی وروزکارک سرعتی س متره اولسه آلت محرکیه نقل اولسان ایشک مقدار اعظمیسی بالتجربه س = ۰,۱۳ طس دستوریه معلوم اولور . بوندنبشقه^۸ اعظمی ایش حاصل ایتک ایچون آلت محرکیه ویریه جک سرعت آلت مذکوره بوش ایکن حائر اولدینغی سرعتک ایکی ثلثی ودرکمن بوش ایکن قنادرک نهایتک سرعتی روزکارک سرعتک دوت مثلی قدر اولق لازمکلیکی کذلک تجربه دن تبین ایتشدرد .

مثلاً دکرمن بوش ایکن قنادر دقیقه ده ۴۸ کره دوران ایتسه اعظمی ایش ایچون قنادر دقیقه ده ۳۲ دفعه دور ایده جک وجهله مقاومتی ترتیب ایتک اقتضا ایدر . قنادرک طوللری ۸ ووسطی عرضلری ۲ متره ورینک سطحی ط = ۱۶ متره مربعی اولوب قنادرک بهری ۴۸ دفعه دور ایتکله سرعتی $0,19 = \frac{48 \times 16 \times \pi}{100}$ متره وبوجهتله روزکارک سرعتی تقریباً ۱۰,۰۵ متره و س = ۱۱۱ و ۲۰۱۵,۱ و س = $0,13 \times 16 \times 1015,1 = 2015,1$ و ۴ کیلوغرامتیره = ۲۸ بخار بارگیری اولمش اولور .

۲۴۴ — . بغدادی طحنته دائر معلومات بجمله — . بغدادی اون ایتله ایچون تمیزک واکوتمک واله مک اقتصا ایدوب برنجیسی روزکار وبریج

آلتلر و برصره قالبورلر واسطه سیله اجرا اولنه رق کوجک طاش و طول پراق
یفنا، حبوبات ایله صمان و توز آیریلور (شکل ۱۰۳) آلتده کی ثابت
واوستده کی متحرک ایکی دکرمن طاشنک مرکزینک برقمینده بو طاشی

(شکل ۱۰۳)



ح محور دورانی اوزرینه تعلیق ایدن بر ب تیور قطع سی بولنوب
بشقه طرفلری آجیق اولدیغندن بغدادی یورالردن داخل اوله رق طحن
اولنور ثابت طاشک مرکزندن ح محور دورانی مرور ایدوب بو محور ایله
طاشک اره یرینه مشین ویا چوقه وضع اولنه رق حبوباتک دوشمی منع
ایدیلور طاشلرک تماس یوزلرینه شکلده اولدیغی کبی چنتک وکرتکر آجیلوب
بونلر بغدادی حبوباتی اوزرینه ایکی مقراص کبی اجرای تأثیر ایدرلر .

حبوبات اوشتده کی طاشک دورانیله مرکزندن محیطه طوغری سوق اولنه رق

طاشدن خروج و دوکیلان اون وکک مخلوطی صیقللری مختلف الکردن
کچیریلرک انځ اعلاسندن بدأ ایله کچکه قدر آریلور .

دکرمین طاشلرینه ۱,۳۰ الی متره قطر ویریلرک اونک ابو اولسی ایچون
طاشک دقیقه ده ۷۰ الی ۸۰ دن زیاده دور ایتماسی ایجاب ایدر بویله
رجفت دکرمین طاشیله ۲۴ ساعتده ۱۳۰۰ کیلو غرام بفسدای طحین
اولنه بیلور .

§ ۳ ذیروح محرکالر .

۲۴۵ — . انسان ایله بارکیر واستر و مرکب مثللو بعض
حیوانات محرک مقامنده قوللانیله بیلوب بونلرک غیر ذیروح
محرکردن فرقی آز و چوق ایشلدکدنصکره یوروله رق قوتلریخی
تکرار آله بیلیمک ایچون استراحتیه محتاج اولمایدیر . برذیروح
محرکک ویره بیله جکی اعظمی قوت بونک حاصل ایده جکی سرعتک
صفر اولسی حالنده اولوب بو حالده مضروب لرندن بری صفر
اولدیفندن (§ ۱۹۰) برقوتک ایشی دخی صفر اولور . وکذا
نقطه تطبیقک اک اعظم سرعت اخذ ایده بیلمسی قوتک صفر
اولسیله اوله بیلدیکندن بو حالده دخی ایش صفر اولوب بوندن
طولای بویکی حد آره سنده قوت ایله سرعتک هر قنی برقیمتی
ایشی ایشی اعظمی قیله بیلور . محرکک صحتی اخلاص اولنیه رق
بومقدار اعظمینک حاصل اولسی ایچون برقوت و سرعتله هرکون
صورت منظمه ده چالیشمسی اقتضا ایدر . اشته ذیروح محرکک
بعض ضایعه ده استخدا ملرنده باشلوجه منفعتلری محرکک اعظمی
ایشنه متناظر اولمق اوزره نقطه تطبیقه زیاده بر سرعت ویره بیلیمک
ممکن اوبیلدیکی کبی موقت برزمان ایچون زیاده برقوت دخی طلب

اولنه بیلور . لکن بویله جه اعظمی ایشه متناظر اولان قوت و سرعت دکشدجه یومیه حاصل اولان ایش تناقص ایدوب عینی حالده ابقاسی مطلوب ایدیلوب ایشه محرکک صحتی مخذل اولور . منتظم و معتدل اولان ایش دائماً قطعاً اک زیاده نافع نتایج حاصل ایدر .

۲۴۶ — . محرکک صورت استخدامنه کوره یومیه اعظمی ایش حاصل ایدمکک قوت و سرعت ایله ایش مدتی و بونسله به کوره جدوا، آتیده ترقیم اولنمشدر .

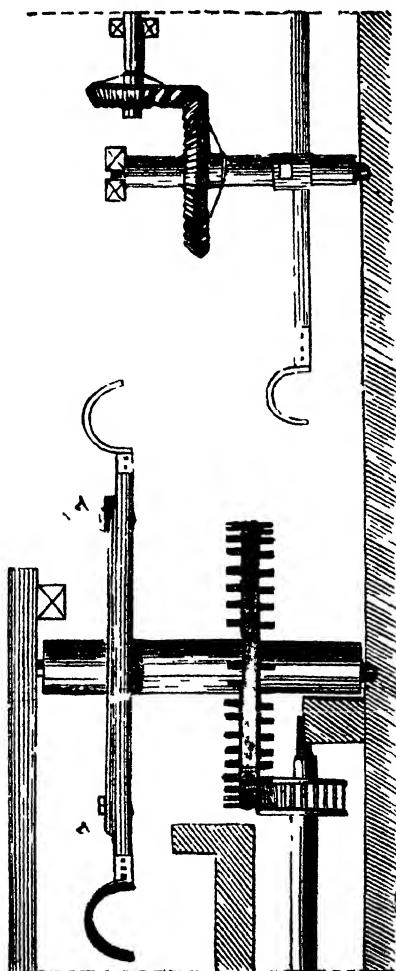
جدول مذکورک مطالعه سندن انسان ایشی حقنده اک فائده لی اصول استخدام ثقلیه تاثیر حائده واقع اولوب بیوک حفر و املا ایشلرنده بیوک برمقره اوزرندن ایکی نهایتلرندن برر طبله یه مربوط اولان براب کچیریلوب طبله لردن برنده ترفیع اولنه جق یوک و دیگرنده دخی برعمله بولنوب ثقلندنطولایی سقوط و یوکی ترفیع ایتدکدنصکره بر زردبان واسطه سیله تکرار یوقارویه چیقار بوندنصکره اک فائده لی صورت استخدام معدن اوجاقلرنده استعمال اولنان چیویلی چرخه عملهنک محور ارتعاعندن اجرای تاثیر ایتسیدر بارکیر و دیگر حیواناتک خدمت صناعیه ده استخداملری همان یالکز مانتره قوشولملریله اولور . مانتره اساساً (شکل ۱۵۴) بر بک ستون شاقولیسندن وزمیندن مقدار کفایه مرتفع برقاچدانه حقه قوللرندن متشکل اولوب هر برینه برر بارکیر قوشولور .

§ ۲ بخار ماکنه لری

بخار ماکنه لری اوزرینه مجملات معلومات عمومی

۲۴۷ — بخارک تأثیری . بخار ماکنه لرنده آلت محرکه
براسطوانه دروننده متحرک بریستونندن عبارت اولوب بونک
حرکت مستقیمه منفصله سی هر برماکنه ایچون اشعار ایده جکمز
وجهله حرکت مستدیره متصله به تحویل اولنور .

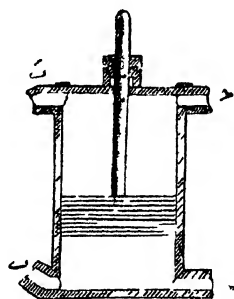
(شکل ۱۵۴)



بخارك تأثيرى نه صورتله پيستونك حركت منفصله سنى حاصل
ايبديكى كلامق ايجون (شكل ۱۵۵) ب ح ح ب براسطوانه
و ب ب ايله ح ح استنلديكى قبانوت آچيله بيلان درت

(شكل ۱۵۵)

اعدادى
ب
ب
ب



ثقبه وبونهايى ثقبه (محل تكائف) دينلان ودائما صغوق
صوفيشقران بر بوشلق ايله اتصاليه فرض اولندقدنه : پيستون
سعه سنك نهايت تحتانيسى جواريه واصل اولدينى حالده ب و ح
ثقبه لرى آچيلوب ديكر ايكيسى قبانوت ايسه بخار قزغاندن
ب ثقبه سى واسطه سيله كلان بخار پيستونك التندن تضيق ايدرك
يوقارويه ترفيع ايدر پيستون سعه سنك نهايت فوقايسنه واصل
ب و ح ثقبه لرى قبانورق ديكر لرى آچيلور بو حالده پيستونك
التنده قالان بخار ح مخرجى واسطه سيله محل تكائفه كيدرك
مايع حالته منقلب اولدينى ائنده قزغاندن ك مجراسى واسطه سيله
كلان بخار بودفعه پيستونك اوزرندن تضيق ايدرك پيستونى
حركت ايتديرر بعده ب و ح ثقبه لرى آچيله رق عيى عمل تكرار

و بوجهتله پیستونک حرکت منفصله سی استحصال ایدیلور .

۲۴۸ — بخار ماکنه لرینک صنفه تقسیمی — . قزغانده بخارک قوه اتساعیه سی ۱ یاخود $1\frac{1}{4}$ هوای نسیمی تضیقنده معادل یعنی درجه حرارتی ۱۰۶,۵ الی ۱۱۲,۲ بولنور ایسه (دون تضیقلی ماکنه) اگر ۳ ویا ۴ هوای نسیمی تضیقنده ۱۳۵,۱ الی ۱۴۵,۴ درجه حرارتنده ایسه وسطی تضیقیلی ماکنه) والحاصل ۵ : ۶ هوای نسیمی تضیقنده ۱۳۵,۱ الی ۱۶۰,۲ درجه حرارتنده (یوقاری تضیقلی ماکنه) تسمیه اولنور .

بخار ماده سابقهده بیان اولدینی وجهله متناوباً پیستونک ایکی یوزندن اجرای تأثیر ایدر ایسه (تأثیر مضاعفی ماکنه) دینلوب پیستونک یالکر صعودی بخار وسقوطی سطح فوقانیسندن هوای نسیمینک تضیقیله واقع اولیور ایسه (تأثیر بسیطی ماکنه) تسمیه اولنور .

برنجی صورتده پیستونک ایکی حرکتی عینی قوتله اجرا اولنورق حرکتده انتظام بولندیفندن تأثیر مضاعفی ماکنه لر شایان ترجیحدرلر . برده اکثری بخار ماکنه لرنده قزغانک اسطوانه ایله اتصال دوا امیوب پیستون سعه سنک هر قنی برقه منی قطع ایتدکنصکره اتصال قطع اولنورق بخارک (ماریوط) قانونه توفیقاً انبساطی قوتیه پیستون سوق و تحریک اولنورکه بویه ماکنه لر (انبساطی ماکنه لر) دینلور بالعکس پیستون سعه منی کاملاً قطع ایدنجه یه دکن اتصال دوا ایدر ایسه (انبساطسز ماکنه لر) تسمیه اولنور . انبساطی ماکنه لرده

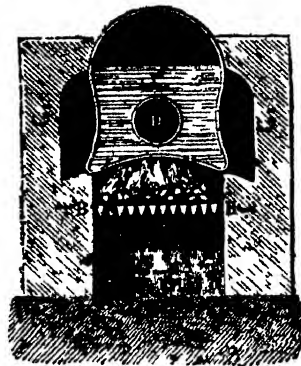
محروقاتك صرفيائي تنقيص يعنى از محروقات ايله ايتس حاصل ايدملك فائدهسى موجوددر .

وكذلك يستون سطحه اجراى تأثيردنسكره بخار محل تكافه ايصال اولنهرق تكائف ايتديريلور ايسه (محل تكافلى ماكنه) دينلوب اكر محل تكائف موجود اوليهرق بخار تأثيردنسكره هوايه منتشر اولور ايسه يستونك مقابل سطحى دائماً هوا ايله اتصالده بولنديقندن يستونك سطحه اجرا اولسان تضيق قزغانده اولان بخارك قوتندن برهواى نسيى قدر نقصان اولوركه بولنره دخى (محل تكائفزماكنه لر) دينلور محل تكافه ايصال ايجون صو تداركى ممكن اوله مامسى حالنده وعلى العموم (يوقارى تضيقلى ماكنه لرده) محل تكائف بولنرز .

واطك دون تضيقلى ماكنهسى

۲۴۹

۲۴۹ — قزغان — قزغان (شكل ۱۵۶) مدارائه اولندينى وجهله كاركير دروننده اولهرق محروقات ب، ب اسقرهسى اوزرينه آتيلور علو قزغانك آلتدن بويجه كيدوب ب، كه محللرندن كيرويه كلهرك باجايه صعود ايدر . بخارك قوه الستيقهسى قزغانك تختك متحمل اوله مينه جنى بر درجه يي بولور ايسه وائياً آتشك صورت منتظمه ده اداره اولنه مامسندن قزغان دروننده كى صويك تسويهسى زياده جه تنزل ايتسى حالنده قزغانك بوتسويهك فوقنده كى يان سطحلرى قزاره رق هر قنى برسبيله بوسطحلره چاربان صو بر دبره تجر وحصوله كلان مقدار



کلی بخارک خروجه منفذ بوله من ایسه هرایکی صورتده قزغان
پاتیه رق نتایج وحیمه بی موجب اولور .

اشته صویک تسویه سنک تنزلی ویا بخارک . قوه الستیقیه سنک
تزییدن آتشیجه ارانه ایدرک آتشی آزالتمق ویا بخارک
صرفه یول آچغله دفع مخاطره به مسارعت ایتیمه واسطه
اوله جق (امنیت آلاتی) بروجه آتی ذکر و بیان اولنور .

(۱) قزغانده بخارک هر آنده قوه الستیقیه سنی اشعار ایدن
(مانومتره) آلتی .

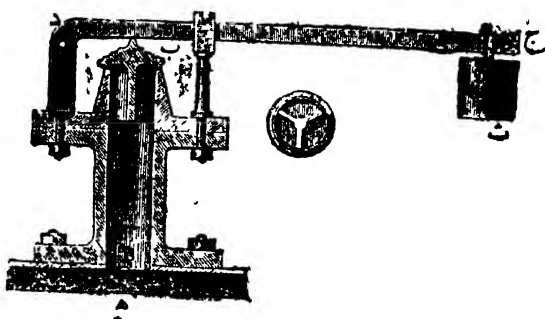
(۲) تسویه مشعیردیرکه . قزغانک دروننده بر جسم سابعه
مربوط معدنی بر چوق صالمستره لی بر بوغازدن مرور و قزغانک
خارجنده کی اوجنه بر نقلی حامل و بر مقره دن مرور ایدن بر زنجیر
ربط اولند قدده بوتقلتک ترفع ویا تنزلیله قزغانده کی صویک تسویه سی
معلوم اولور .

(۳)° بری قزغانده کی صویک مقنن اولان تسویه سنک بر مقدار فوقنده و دیگری تحتده (ایکی تسویه موصلنی) اولوب آچلدقاری زمان برنجیسنده بخار وایکنجیسندن صوکلسی لازمدر .

(۴)° ایکی (امنیت سپایی) اولوب برنجیسی قزغانک مناسب بر محلنده بخارک اعظمی قوه الستیقیه سیله قزغان دروننده حاصل اوله جق درجه حرارتده اریه بیله جک برنستده قلائی ویسموت و قورشوندن مرکب خلیطه دن معمول عادی بر طیقاج اولوب قوه الستیقیه بخار و قزغانک قوه تحملیه سندن فضله کلدیکی حالده مذکورک طیقاجک ایرلمسیله حاصل اولان دلیکدن بخار خروج ایدر .

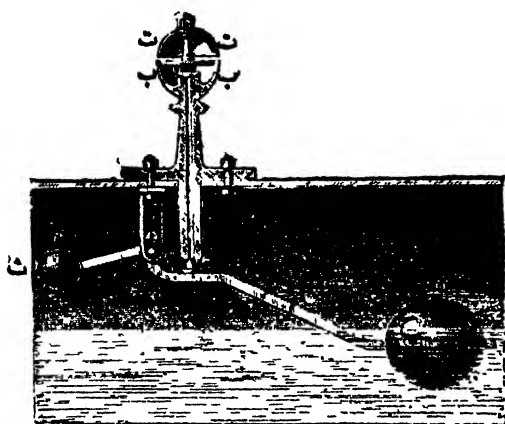
ایکنجیسی (شکل ۱۵۷) ث ثقلتی حامل و ء نقطه سی اطرافده دوران ایدن ح مانوله سنک استناد ایتدیکی (ب) سپایدی که قزغاندن ه مجراسی واسطه سیله کلان بخار حد مطلوبی تجاوز ایتدکه سپاپ آچیله رق فضله بخار خروج ایدر .

(شکل ۱۵۷)



(۵) بر (تسویه دودوکی) اولوب (شکل ۱۵۸) قزغان ایله متصل غایت طار (۱۱) مجراسندن کله جک بخار حلقه وی

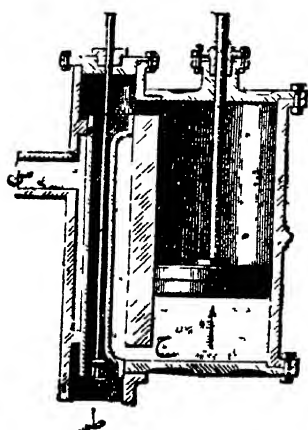
(شکل ۱۵۸)



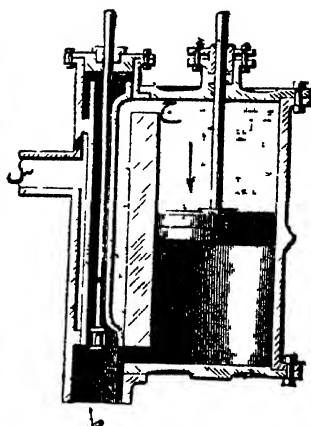
بر (ب ب) ثقبه سندن خروج و (ت ت) طاسنه تصادف ایله آزوچوق تیز برصدا حاصل ایدر (۱۱) مجراسنک قسم تحتانیسی ح جسم سابعیله ت مقابل ثقلتنی حامل و مسندی اطرافنده دوران ایده بیلان برمانوله یه تطبیق اولنان کوچک بر س سابعیله قبالی اولوب تسویه تنزل ایتدکده جسم سابع برلکده تنزل ایدرک سباب آجیلوب مذکور دودک صداسی حاصل اولور .

۲۵۰ — بخارک توزیی — (شکل ۱۵۹) قزغاندز کلان بخار اولاس مجراسندن (بخار چکمجه سی) تسمیا اولنان وقسم تحتانیسندن ط مجراسیله محل تکائفه متصل اولاد

(شکل ۱۶۰)



(شکل ۱۵۹)



اسطوانیه دخول ایدر . بواسطوانه دروننده شکله
مقطع شاقولیسی کوریان یوقارو واشاغی طرفندن آچیق و مم
بوشلغی محتوی (موزغ بخار سورکیسی) قایه رق حرکت ایدوب
اشبو سوکو بخار حکمجه سنک یوقاروسنده صالمستره لی بر بوغازدن
کچان شاقولی برچبوق اعانه سیله بالذات ماکنه واسطه سیله
تحریرک اولنور .

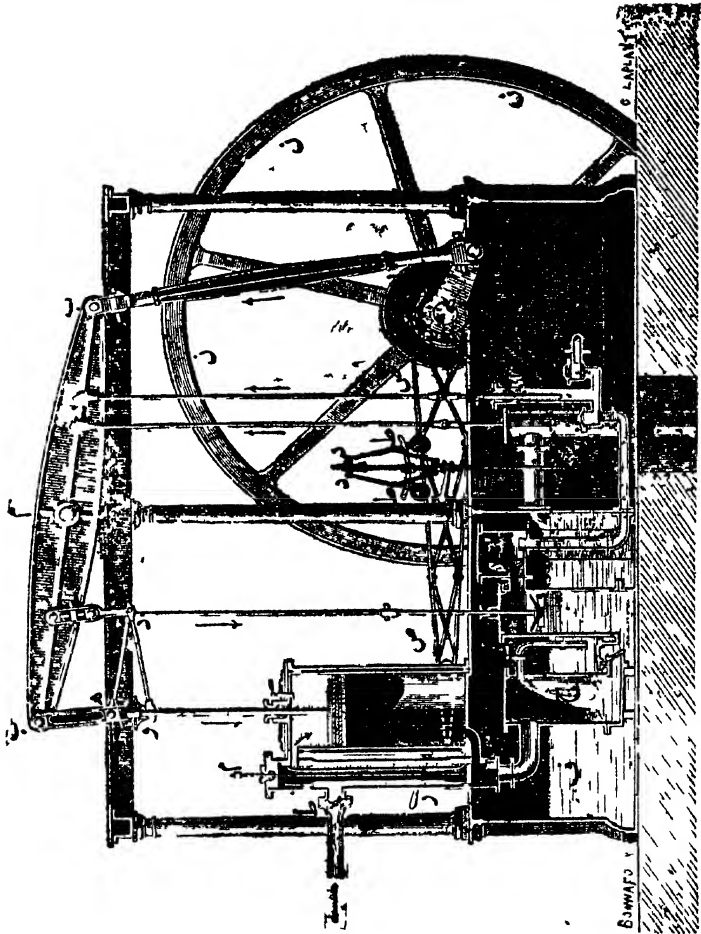
(شکل ۱۶۰) ده موزغ بخار سورکیسی سعه سنک نهایت
فوقانیسنده ایکی س مجراسندن کلوب سورکیکی احاطه ایدن
بخار آچیق بولندیفی یالکز ۷ ثقبه سندن بخار اسطوانه سنه
داخل و بیستونک اوزردن تضییق ایله اشاغی سوق ایتدیکی
اثناده پیستونک تحتنده قالان بخار ۷ مجراسیله محل تکاتفه
کیدر .

(شکل ۱۵۹) سورکو سعه‌سنگ نهایت تحتانیسه واصل اولدقدہ بونی احاطه ایدن بخار خروجه ۛ دنبشقه منفذ بوله میوب بودفمه پیستونک آلتندن تأثیر وبواننده آچیق اولان ۛ ثقبه‌سندن پیستونک اوزرنده‌کی بخار موزغ بخار سورکیسی درونندن مرور و ط مجراسیله محل تکاثفه دخول ایدر .
اشته بووجهله بخارک متناوباً تأثیریه پیستونک حرکت منفصله‌سی دوام ایدر لکن پیستون ایله سورکو سعه‌لرینک نهایتلرینه برلکده واصل اولیوب ۛ ثقبه‌سنگ پیستونک ایتمه باشلادیغی زمان آچیلیمی لازمدر . بوصورنده سورکونک ۛ اوست کنارینک پیسون سعه‌سنگ فوقنده ایکن مدکور ثقبه‌یی سدا یتیمی لازمکلوپ بوندن بواننده سورکونک سعه‌سنگ وسطنده بولغسی لزومی منتج اولور دیگر ۛ ثقبه‌سی ایچوندخی عینی نتایج حاصل اولورکه بوشرطک نه‌صورته استحصال ایدیه‌جکی آتیده بیان اولنه‌جقدر .

۲۵۱ — ترکیات . (شکل ۱۶۱) م محور افقیسی اطرافنده متحرک بک موازننک ایکی طرفنده چفت اوله‌رق مربوط ب ۛ و متوازی الاضلاعی z و وکی واسطه‌سیله (§ ۴۴) پیستون چوغنک حرکت مستقیمه منفصله‌سیله موازننک حرکت مستدیره منفصله‌سی حاصل ایدیلوب بوحرکت دخی ک ۛ قوی و ۛ م چویره‌جکی واسطه‌سیله م محورینک حرکت مستدیره متصله‌سنه تحویل اولنور .

محور مذکورک حرکتی تنظیم ایتک ایچون ۛ پروانه‌سی علاوه اولنور . اشبو محوره طاقیلان دائره‌وی براکساتریکک بیه‌زیکنه

(شکل ۱۶۱)



مربوط ص ص کملری بخار چکمه جه سنه یقین بر ص نقطه سنده
برلشه رك م محورینك دورانیله بیله زیكك وبوجهتله ص ص

کله رینک حرکت منفصله لری برمانوله ترکیاتی اعانه سیله موزغ بخار سورکوسی چوغنه انتقال ایدر . اکسانتريک پیستون سهه سنک نهایتده ایکن موزغ بخار سورکوسی کندی سهه سنک وسطنده بولنه جق وجهله مَ اغاجنه ربط اولنشدرد . ماکنه نك حرکتی تنظیم ایچون محور مذکوره بر قاصناق طاقیلوب بونک محیطدن طولاشان سَس قایشی دیگر بر ده قاضاغی تحریک وبرجفت مخروطی دیشلی چرخ ترکیبیه بو حرکت کَ کَ قوت عن المרכזلی ناظمک ع ع محور شاقولیسنه انتقال ایدرک مَ محورینک سرعتله دورانی حالنده ع قوچاغی ترفع وبونی احاطه ایدن چتال وبرمانوله ترکیبیه طه اناختاری بخار مجراسنی براز سد ایدر .

بخار تأثیرینی اجراء نصکره موازنک حرکتیه ایشلر بر ل طلومبوسی واسطه سیله دائما صغوق صو اعطا اولنان بر ف حزینه سیله محاط ح محل تکائفنه واصل اولور . محل تکائفده کی صویي تخایه ایچون ه نقطه سی کی هان خط شاقول اوزرنده حرکت ایدن متوازی الاضلاعک د و ضلعنک منتصف نقطه سنه ل هوا طلومبوسنک پیستونی ربط اولنوب بوطلومبوسه محل تکائفده کی صویي س سپایله آلهرق س سپایله ح محله ایصال واورادن خارجه جریان ایدر .

۲۵۲ — صرفیات وحاصلات — . دون تضییقلی بخار ماکنه لری بهر بارکیز قوتی ایچون ساعتده ۵ : ۶ کیلو غرام معدن کموری صرف ایدوب حاصلات بخارک قزغاندن خروجنده محرک ایشنک ۴۵ : ۵۴ . قدریدر متبایسی دلکه غلبه ایتمک

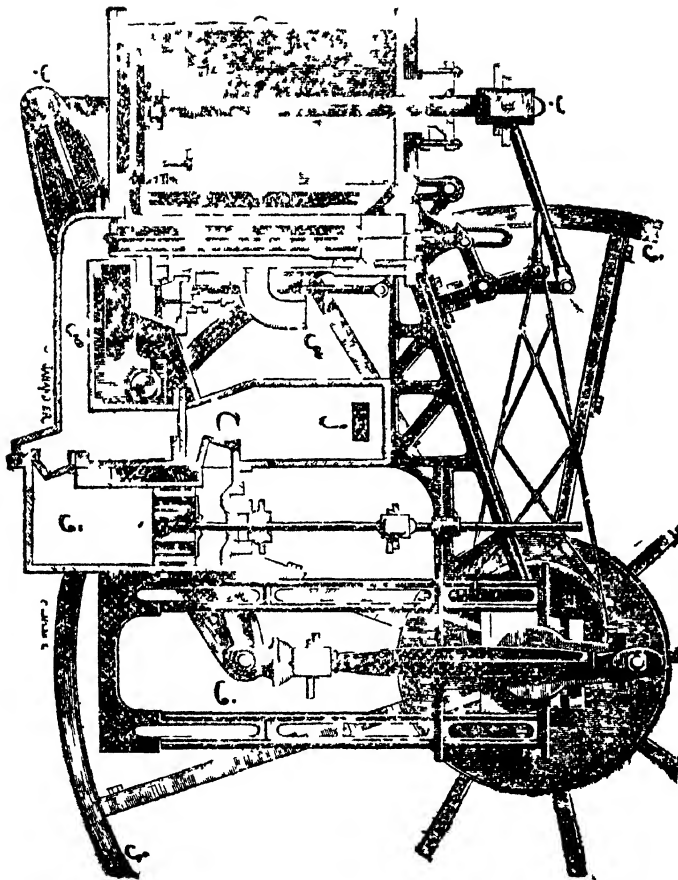
وبخاراك اسطوانه به دخولنه دكين درجه حرارتك ضايع اولمسندن
واسباب سائر دن بلع وتلف اولنور . بوماكنه لر مخاطر ه نك
آزاني فائده سني جامع ايسه لرده زياده محل استيعاب ومحل تكائف
ايچون زياده مقدارده صويه احتياج حاصل ايدر لر .

وسطى تضيقلى ماكنه لر

۲۵۳ — . مثال اوله رق واپورلرى تحريك ايچون مستعمل
اولان ماكنه ايراد اولنور (شكل ۱۶۲) قزاعندن حاصل اولان
بخارس بوريسيله بخار چكجه سندن مرور وسيلنديره داخل
اولوب پيستون اوزرينه اجرا وتاثيردنصكره ص بوريسيله ه
محل تكائفنه كيدر بوراده تراكم ايدن صو هوا طلومه سيله ح
محلنه واورادن ل قباليله دكزه جريان ايدر پيستون چو غنه
هربرى بر ب ك موازننه حركت مستديره منفصله اعطا ايدن
ايكى قوله مفصल्ली اوله رق ربط اولنمش افقى برت تر اورسى
مربوط بولنمشدركه شكلده بوموازنلردن يلكز برى كوريلور بهر
موازنك ك نهايتي ديكر بر ك ك قوله مفصल्ली مربوط اولوب
ك ك چويره جكي واسطه سيله واپورك چرخلرندن بريسنى
دوران ايتديرر .

۲۵۴ — . محل تكائف وانبساطلى وسطى تضيقلى بخار
ماكنه لرندنه هر بار كير قوتى ايچون ساعتده تقريباً ۳ كيلو غرام
معدن كورى ومحل تكائف ايچوننده خى ۳۰۰ ليتره صفوق صو
صرف اولوب ۵ بار كير قوتنده اولان ماكنه لرده حاصلات
۰,۵۰ : ۰,۴۳ به واصل اوله بيلور . اشته صرفيات وحاصلاتك

(شکل ۱۶۲)



مقایسه سیله وسطی تضییقی ما که لک دوو تضییقی ما که لره
رجحایتی تبین ایدر ایسه ده لکن وسطی تضییقی ما که لره ده
مخاطره بالطبع ده زیاده در .

لوقوموتیو ماکنه‌لری

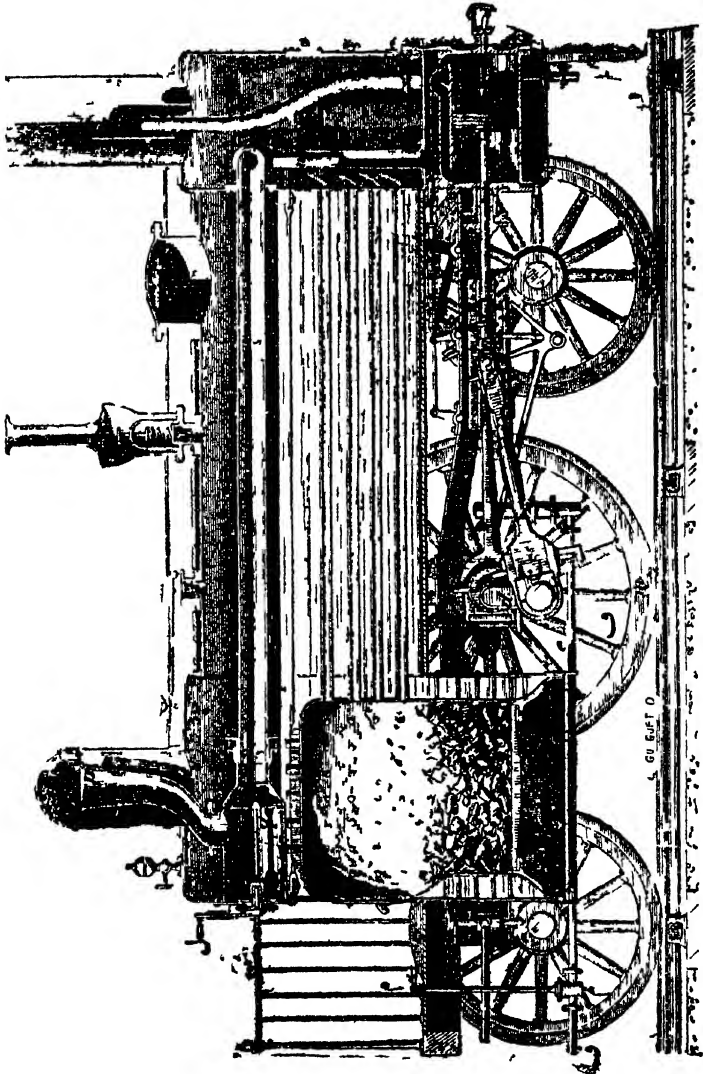
۲۵۵ — ترکیات عمومی — . برلوقوموتیو ماکنه‌سی

تکرلکله اوزرینه تمحیل اولمش برچفت یوقاری تضيیقلی
ماکنه‌دن عبارت اولوب تکرلکله آتیده . بیان اولدینی وجهه
بالذات ماکنه واسطه‌سیله تحریک اولنورلر . بوجه آتی
استفانسونک لوقوموتیونک بیانیه اکتفا اولنوب (شکل ۱۶۳)

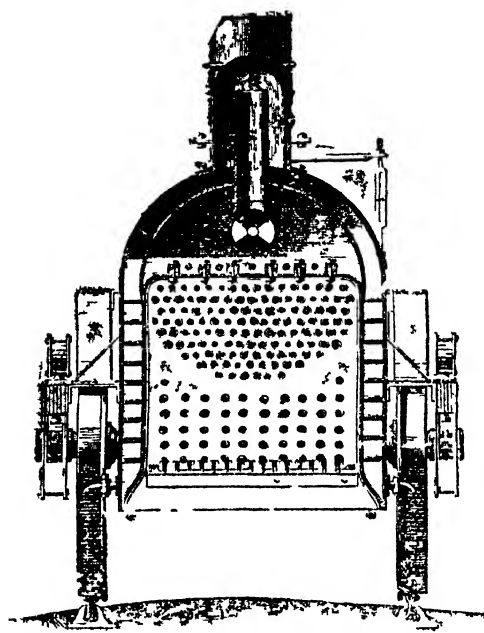
جهت طولانیسده مقطع شاقولیسنی (شکل ۱۶۴ و شکل ۱۶۵)
اوکدن وکیریدن مقطع عرضانیلری (شکل ۱۶۶) قزغان
کوسترلیه‌رک مسطحنی ارائه ایدر . قزغان بالاده دکر ماکنه‌لرینی
تحریک ایچون مستعمل اولان قزغانه مائل (ایچ اوجاقلی و بورولی)
اولوب فقط بوراده علو اوجاقدن طوغریدن طوغری به بوریلریله
قزغانک نهایتنده کی آتش قپوسنه واصل اولوب باجابه صعود ایدر
بودخی سائرلری مثللو (§ ۲۴۹) امنیت الاتیله تجهیز اولمشدر .

قزغانده حاصل اولوب بخار خزینه‌سی تسمیه اولنان نه قوله‌سنه
تراکم ایدن بخاری داخلی اکری بربری ل مانوله‌سیله اداره
اولنان م موصلغک اوکنه ایصال ایدر . بوموصلق آجیق
اولدینی زمان بخار طولانی س س بوریسيله قزغانک طولنجه
کیدوب ب ک یان بورولریله ماکنه‌نک صاغ وصولنده واقع
موزع بخار چکمه‌لرینه واورادن آلت طرفده کی اسطوانه‌لره
دخول ایدر (شکل ۱۶۳) ده صاغده کی اسطوانه‌نک مقطعی
(شکل ۱۶۴) ده هرایکیسی مشاهده اولنور هر برسیندیرک

(شکل ١٦٣)

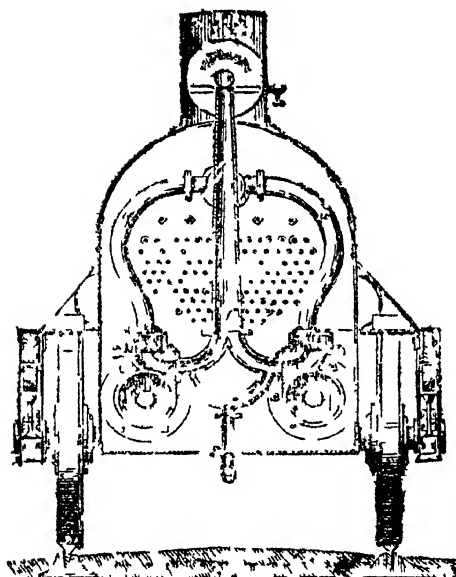


(شکل ۱۶۴)



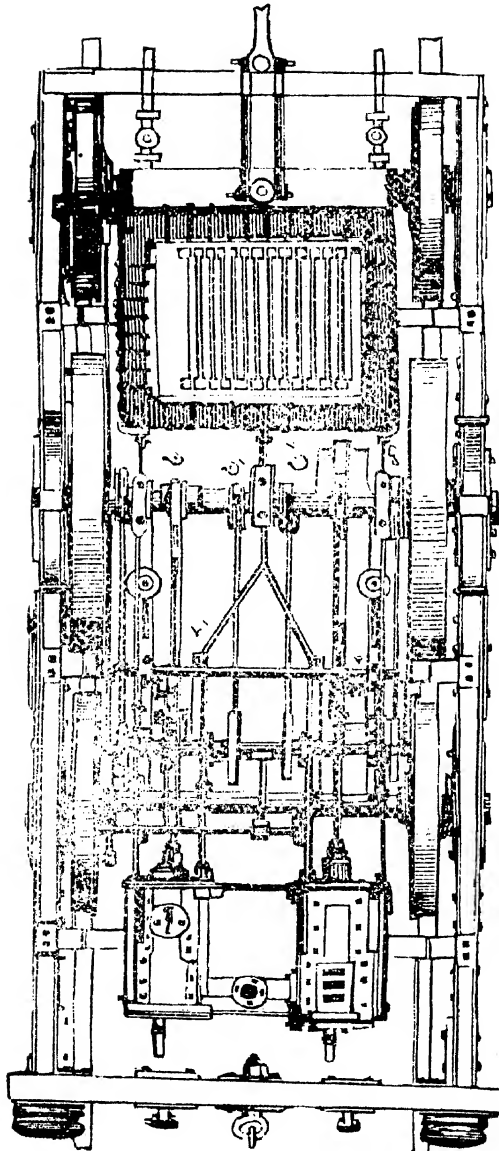
پیستون چپوخی ۶ ۷ مثللو برقول ایله اورته تکرلکله طرفینی
 دیرسکلی دیکنه مربوط بوله رق بودیکلی تحریک ایدر .
 (شکل ۱۶۶) ده صولطرفده کی دیرسک بالسهوله مشاهده اولنور
 پیستونلرک حرکت متاوبه لری دیکنلی وبوسیله تکرلکاری تحریک
 ورایلر اوزرینه التصاقدبطولای ماکنه وتکمیل ترن ایلرویه
 حرکت ایدر . بوسیدن اورته تکرلکاریه (محرک تکرلکله)
 تسمیه اولنوب دیگر درت تکرلک انجق ماکنه یی طومتق ایچون
 برارلر دیکنلک ایکی دیرسکله پیستونلردن بری سهه لرینک

(شکل ۱۶۵)



نهایتند ایکن دیکری وسطده یعنی بری نقطه وفاتده ایکن دیکری
تأثیر اعظمی نقطه سنده بولنق ایچون یکدیگریله زاویه قائمه احداث
ایده جک صورتده ترتیب اولمشدرلر . بخار احرای تأثیرد بصرکه
روجه آتی موزع بخار چکجه سه آچیلش مخصوص برر
مجرا ایله (شکل ۱۶۳) ط ، ط بورولریه یکجوب ط بوروسنده
برلشهرک باجادن صرف اولنور .

۲۵۶ — بخارک توریعی — . لوقوموتیولر ساعتده ۸۰
کیلو متریه قدر مسافه قطع ایده بیلدکلرنندن تکرلکلرک قطاری



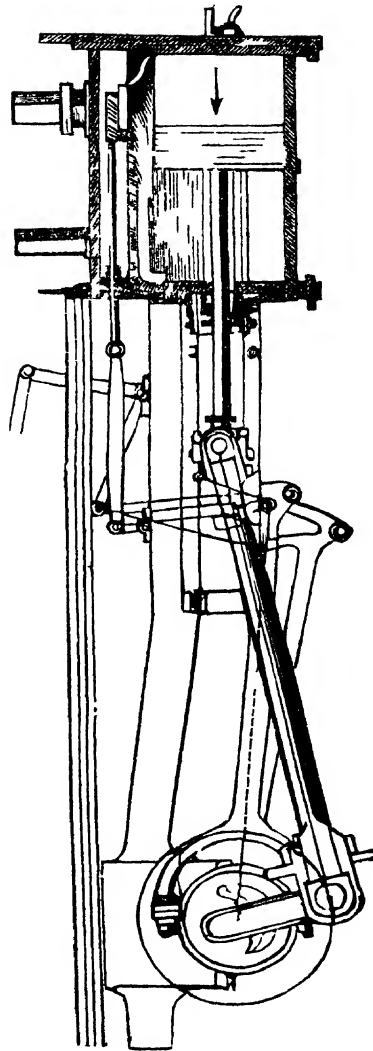
۱,۴۰ متره فرض اولئور ایسه برکړه دورلرنده ترن ۱,۴۰
 $\pi = ۴,۴۰$ متره مسافه قطع ایده جکندن بوتکر لکلرک ساعتده
 عدد دورلری $\frac{۸۰۰۰۰}{۱۸۸۸۸} = ۴,۲۳۶$ وېرثایه ده عدد دور یعنی
 ییستونلرک وېوجهته موزع بخار سورکولرینک ثانیة واحده ده
 کیدوب کللری ۵,۸ دفعه اولمق لازمکلدیکندن بونوع ماکنه لرده
 بخار توزیعی دقت و صحت کامله ایله مرتب ومنتظم اولمق
 اقتضا ایدر .

اشته بخار توزیعنه مخصوص ترتیبات بیوک مقیاس ایله (شکل ۱۶۷)
 ده ارانه و ترسیم ارلنمشدرد .

س، س، و، مجرالرینک برر آغزلری سیلندیرک نهایتلرینه و دیگر
 اغزلری دخی موزع بخار سورکوسنک اوزرنده قیارق حرکت
 ایتدیکی مستطیل الشکل سطحه کشاد اولنمش اولوب بونلرک
 اره سنده عینی جسامته بر اوچنچی ه مجراسی دخی واردرکه بخار
 ییستون سطحه اجرای تاثیردنصکره بومجرا واسطه سیله باجایه
 صعود ایدر اوچ مجراک اغزلری (شکل ۱۶۶) نک صول
 سیلندیرنده کورینور .

موزع بخار سورکوسی (شکل ۱۶۷) باش اشاغی چورلمش
 مستطیل الشکل بر قوطودن عبارت اولوب تماس یوزینک ابعادی
 اوچ مجرادن هرایکیسنک اغزلرینی صحیحاً استیعاب ایدر
 صورتده در . هر برسیلندیرده مخصوص سورکو سائر ماکنه لرده
 اولدینی کی (شکل ۱۶۶) ه که دائره وی اکسانتریکلر یله
 تحریک اولنه رق بواکسانتریکلر محرک تکرلکک دینکلنک مستقیم
 قسمنه ربط اولمشدردلر (شکل ۱۶۷) ده اولدینی کی موزع بخار

(شکل ۱۶۷)



ساخته شده است
از جنس فولاد
سخت
معماری

سورکوسی و دیکلرینی قبادینی حالده بخار چکمه‌سنه کلان بخار یالکز و مجراسنی آچیق بوله‌رق سیلندیرک اوک طرفه داخل اولوب پیستونی کیهویه طوغری تحریک ایدر . بواننده پیستونک کیروسنده بولنان بخار و مجراسندن و سورکونک ایچروسندن کچهرک ه مجراسیله باجیه صعود ایدر بالمکس موزع بخار سورکوسی و دیکلرینی قبادینی حالده چکمه‌یه کلان بخار آچیق بولدینی و مجراسیله پیستونک کیرو طرفه داخلی وایلرویه سوق ایدر . پیستونک ایلروسنده بولنان بخار دخی و مجراسنده و سورکونک ایچرسنده کذلک ه مجراسیله باجیه صعود ایدر . اکسانتریکلر واطک ماکنه‌سنده اولدینی کبی بخار سورکولری کندی سملرینک و سطنده ایکن پیستونلر سملرینک نهایتلرنده بولنه‌جق وجهله ترتیب اولنور .

۲۵۷ — . کیویه حرکت — . توقف‌لرده و بعض ماتوره و یول اوزرنده بعض مخاطره‌نک وقوعی حالنده لوقوموتیوی کیویه تحریک اقتضا ایدر بوده بخارک تعکیسیله حاصل اولور . (شکل ۱۶۶) ه ، ه اکسانتریکلرینه وضعاً مخالفت ص ، ص اکسانتریکلری موجود اولوب (شکل ۱۶۷) مانوله ترکیباتی اعانه‌سیله برآنده بخار سورکولری ه ، ه اکسانتریکلرینک تحت تأثیرندن آلنه‌رق ص ، ص اکسانتریکلرینک تأثیرینه تابع قیلنور .

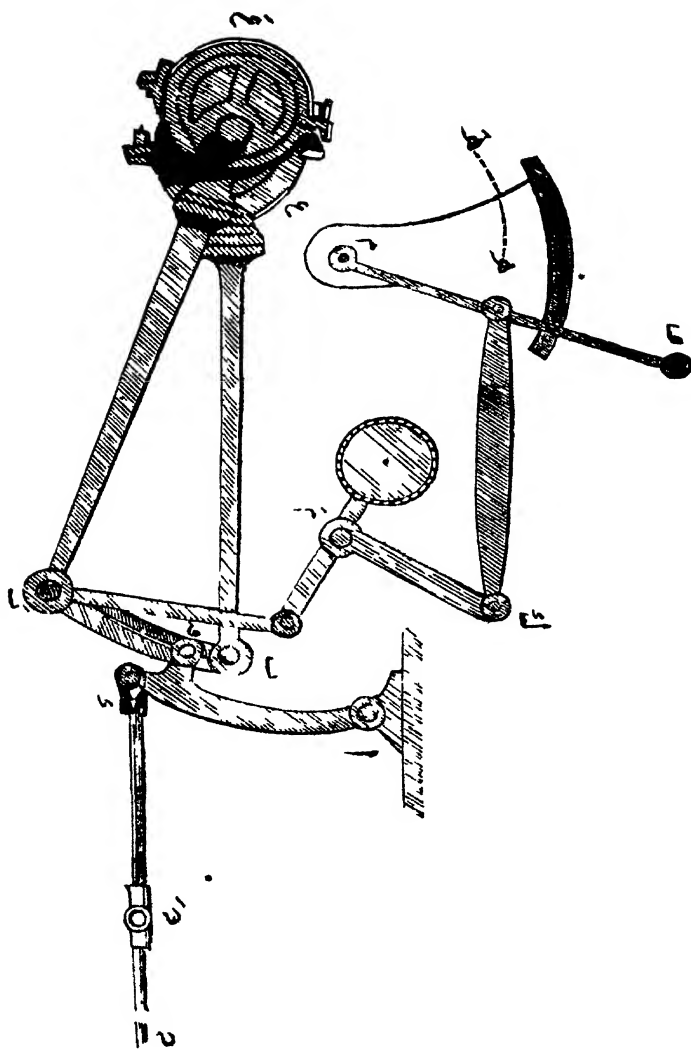
بو حالده بخار سورکولری اولکی وضعیتلرینه مخالف وضع اخذ ایده‌جکلرندن بوسیله بخار پیستونلرک حرکتلرینه مخالف

جهتدن تأثيره باشليه رق محرك ايشك يرينه بر مقاومته ايشی قائم اولور . بوايش چوق چكمكسزین تدریجاً حرکتك سرعتی تنقیص ایدرك لوقوموتیو وترنی توقیف ایدر اكر بومقاومته ایشی ده ازیاده دوام ایتدیریلور ایسه توقیفدنصكره ترك كیرویه طوغری حرکتی حاصل ایدر . بخارك تأثیرینی تعكیس ایچون (شكل ۱۶۷) ده بیان اولنان ترکیبات یرينه بوكونکی كونده عمومیتله (استفانسونك سورکیسی) استعمال اولنور .

۲۵۸ — استفانسونك سوركوسی — . (شكل ۱۶۸) بخار سوركوسنك تحویل وضع ایتسی عینی محوره مربوط ووضعاً مخالف ایکی ع ع دائره وی اكسانتریكلریله حصوله كلور . بواكسانتریكلرك ع ب و ع ك قوللری قوس دائره دن عبارت برسوركویه ب و ك نقطه لرنده مفصللی اوللق اوزره ربط اولنوب (۱) نقطه ثابتسی اطرافنده متحرك برا و و قطعه سنك و نهایتنك و قولیله و ط چبوغنه و و دوكمه سیله دخی ب ك سوركوسنه ارتباطی اولدیغندن بو واسطه ایله ع اكسانتریكنك حرکتی و ط چبوغنك و بونك مربوط اولدینی بخار سوركوسنك حرکت مستقیمه منفصله سنی حاصل ایدر .

سوركونك وضعیتنی تحویل و بخارك اثرینی تعكیس ایچون : و م مانوله سی ه ك قولیله بر دیگر ك نقطه ثابتسی اطرافنده متحرك و ث مقابل ثقتی حاوی ك م ل مانوله سنه ربط اولنوب بومانوله یه دخی بر جفت ل ك ك لریله ب ك قوس سوركوسی معلق بولدیغندن و م مانوله سی و نقطه سنده ال ایله طوتیله رق

(شکل ۱۶۸)



ه نقطه سی ه ه قوسنی ترسیم ایتمک اوزره تحریک اولندقدہ
ک م ل مانوله سی وکمل! حرکت ایدرک ک نقطه سی ه دوکمه سنه
تقرب ایدر یعنی او آندہ ه ط چو غنک حرکتی ع اکسانتریکنک
حرکتته تابع اوله رق بخار سورکوسنک ه طلبوب اولان تحویل
وضع ایتمی حاصل اولور .

۲۵۹ — . لوقوموتیو قزغاننک اداره سی ایچون لوقوموتیوی
تعقیب ایدن و(تندر) تسمیه اولنان مخصوص واغونه اقتضا
ایدن کور و صو یعنی اکثر یا ۱۰ الی ۱۲ فرسخ مسافه ایچون
۳۲۰۰ لیتره صو و ۴۰۰ کیلو غرام (قوق کوری) حساب
وتحمیل اولنور . (شکل ۱۶۳) ف ف بوروسیله لوقوموتیوک
تندرہ اتصالی اولدیغندن بخار پیستوننک چوغیله تحریک اولنان
کوچک بر مرکب طلومبه اشبو ف ف بوروسیله اقتضا ایدن
صوی تندر دن آلوب دیگر بوری ایله قزغانه سوق ایدر مذکور
طلومبه بی ک موصلفیله ماکینیست اداره ایدر .
قزغاندن سیلیندیره کلان بخار پیستونلر اوزرینه تأییردن صبرک
باجادن خروج ایدن دومانک سرعتی تزید و بوجهتله او جاقده
بولنان محروقات شدتله یانوب قزغانده بخارک حاصلاتی تکثیر
ایدمک فائده سی استحصال ایدلمش اولور .

۲۶۰ — . صرفیات وحاصلات — . استفانسونک اشبو
لوقوموتیونده بخار (۵) هوای نسیمی تضیقنده حصوله کلوب
ماکنه نک قوتی ۶۰ بار کیردر .
لکن ماکنه نک سریع اولان حرکتته مقتضی بخارک حاصلاتی

دخی زیاده اولق ایچون قزغانک آتش سطحی تقریباً ۵۰ متره
 مربیی اولوب بومقدارده داخل اولان آتش بوریلرینک عددی
 دخی (۱۵۰) ودها زیاده در لوقوموتیوک مجموع ثقلتی علی العاده
 ۱۲۰۰۰ کیلو غرام اوله رق قورو هوالرده (۱۰۰۰۰) کیلو غرام
 ثقلتده برترنی ساعتده ۳۶ : ۴۰ کیلو متره سرعتله ویاش هوالرده
 دلکک ازلغندن بوسرعتله ثلثی ثقلتده برترنی تحریک ایده بیلور.
 افقی بریولده بهر کیلو متره مسافه ایچون تخمیناً ۴۴ لیتره
 صو و ۷ کیلو غرام قوق کموری صرف ایدر .

دفعه ثانیه اوله رق مکتب فنون حریبه شاهانه
 مطبعه سنده طبع اولمشدر

فی ۱۲ کانون اول سنه ۱۳۰۷

